



# Kreatininutsöndring och kväveutnyttjande hos dikor som ges olika typer av grovfoder

*Creatinine excretion and nitrogen utilization of beef cows given different types of roughage*

**Emma Duvelid**

**Skara 2014**

**Husdjursagronomprogrammet**



---

**Studentarbete**  
**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Institutionen för husdjurens miljö och hälsa**

**Nr. 590**

***Student report***  
***Swedish University of Agricultural Sciences***  
***Department of Animal Environment and Health***

***No. 590***

**ISSN 1652-280X**



## **Kreatininutsöndring och kväveutnyttjande hos dikor som ges olika typer av grovfoder**

*Creatinine excretion and nitrogen utilization of beef cows given different types of roughage*

**Emma Duvelid**

Studentarbete 590, Skara 2014

**Avancerad AE2, 30 hp, Husdjursagronomprogrammet,  
Självständigt arbete i husdjursvetenskap - masterarbete, EX0566**

**Handledare:** Mikaela Jardestedt, Inst. för husdjurens miljö och hälsa,  
Box 234, Gråbrödragatan 19, 532 23 Skara

**Biträdande handledare:** Anna Hessle, Inst. för husdjurens miljö och hälsa,  
Box 234, Gråbrödragatan 19, 532 23 Skara

**Examinator:** Katarina Arvidsson, Inst. för husdjurens miljö och hälsa,  
Box 234, Gråbrödragatan 19, 532 23 Skara

**Nyckelord:** diko, grovfoder, kreatinin, purinderivat, kväveutnyttjande, urinuppsamling

**Serie:** Studentarbete/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, nr. 590, ISSN 1652-280X

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Box 234, 532 23 SKARA

**E-post:** hmh@slu.se, **Hemsida:** www.slu.se/husdjurmiljohalsa

---

I denna serie publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Inledning.....</b>	<b>8</b>
Syfte och frågeställningar .....	9
<b>Litteraturstudie.....</b>	<b>9</b>
<b>Dikalvsproduktion.....</b>	<b>9</b>
Utfodring av dikor .....	9
Överutfodring, ett problem? .....	10
Dikalvsproduktionens miljöpåverkan .....	11
<b>Vallfoder (hö, ensilage, bete) .....</b>	<b>11</b>
Rörflen.....	12
Hykor .....	13
Halm .....	13
Helsäd.....	13
<b>Urea .....</b>	<b>14</b>
<b>Innehåll av protein i grovfoder .....</b>	<b>14</b>
<b>Proteinomsättning.....</b>	<b>15</b>
<b>Kvävebalans och kväveutnyttjande.....</b>	<b>15</b>
<b>Kväveutsöndring via urin.....</b>	<b>16</b>
<b>Kreatinin .....</b>	<b>17</b>
<b>Purinderivat.....</b>	<b>19</b>
<b>PD:Kreatinin .....</b>	<b>20</b>
<b>Urinvolym .....</b>	<b>20</b>
<b>Totaluppsamling av urin .....</b>	<b>21</b>
<b>Stickprov av urin .....</b>	<b>22</b>
<b>Material och metod .....</b>	<b>22</b>
<b>Djurmateriel och inhysning.....</b>	<b>22</b>
Försök 1 .....	22
Försök 2 .....	22
<b>Experimentell design.....</b>	<b>23</b>
Försök 1 .....	23
Försök 2 .....	23
<b>Foderstater .....</b>	<b>23</b>
Försök 1 .....	23
Försök 2 .....	24
<b>Datinsamling och kemiska analyser .....</b>	<b>24</b>
Försök 1 .....	24
Försök 2 .....	26
<b>Statistisk analys .....</b>	<b>27</b>
Försök 1 .....	27
Försök 2 .....	27
<b>Resultat .....</b>	<b>28</b>
<b>Försök 1 .....</b>	<b>28</b>
Foder.....	28
Effekt av foder.....	29
Effekt av grupp .....	30
<b>Försök 2 .....</b>	<b>31</b>
Foder.....	31
Effekt av foder och ras.....	31

<b>Diskussion .....</b>	<b>33</b>
<b>Slutsatser .....</b>	<b>37</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>38</b>

## Förord

Det här är ett examensarbete omfattande 30 hp och har genomförts för Institutionen för husdjurens miljö och hälsa på Götala gård beläget i Skara. Denna studie ingår i projektet ”Resurseffektiv utfodring av dikor”, som finansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden genom Interreg IV A-programmet, SLU, Agroväst, Skaraborgs kommunalförbund, Västra Götalands regionen och Anders Elofssons fond.

Jag vill börja med att innerligt tacka min huvudhandledare Mikaela Jardstedt och min biträdande handledare Anna Hessle för alla inputs och värdefulla diskussioner under examensarbetet gång. Jag vill även passa på att tacka personalen på Götala som hjälpte till med hantering av både foder och djur under uppsamlingsperioderna. Sist men inte minst vill jag sända ett varmt tack till alla på institutionen som ställde upp under urinuppsamlingsperioden.

## Sammanfattning

Djurproduktionen står idag för en stor andel av Sveriges utsläpp av växthusgaser. Det är viktigt att minska dessa utsläpp och ett sätt är att öka kornas kväveeffektivitet, det vill säga att en större andel av kvävet i fodret används av djuret till produktion i stället för att utsöndras i träck och urin. Genom att undvika överutfodring av protein kan kväveeffektiviteten förbättras. För att ta reda på huruvida korna är över- eller underutfodrade med protein kan kvävebalansen studeras, och för att beräkna kvävebalansen måste den dagliga urinvolymen vara känd. Urinvolymen kan antingen bestämmas genom en totaluppsamling av urin eller genom att den beräknas utifrån kreatininkoncentrationen i ett urinstickprov, vilket förutsätter att den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt för djuret är känt. Kreatininutsöndringen är relaterad till djurets muskelmassa och har sitt ursprung från proteinomsättningen i muskulaturen, och utsöndringen sker i en för individen konstant hastighet.

Syftet med den här studien var att beräkna kväveutnyttjandet, uttryckt i hur stor andel av det kväve konsumerar som utsöndras i urinen, hos lågdräktiga dikor utfodrade med olika typer av grovfoder, samt att bestämma den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt för denna djurkategori. Inga tidigare studier har genomförts på lågdräktiga dikor för att fastställa kreatininutsöndringen mg/kg kroppsvikt utan enbart på mjölkkor och växande ungnöt. I den här studien har vi inledningsvis gjort en totaluppsamling av urin på 36 stycken lågdräktiga dikor, för att bestämma den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt. Den genomsnittliga utsöndringen av kreatinin (24 mg/kg kroppsvikt) har därefter använts för att beräkna urinvolymen från urinstickprov i ett tidigare foderförsök på dikor. Med hjälp av de kända urinvolymer i båda försöken har dikornas kväveutnyttjande på samtliga grovfoder i de två försöken undersökts.

Resultatet av studien blev att rörflen och halm var de foder med lägst grad av kväveutnyttjande och använde endast 50 % av det intagna kvävet. Där en låg smältbarhet på proteinet i fodren tros vara anledningen till den låga graden av utnyttjande. Hykor och gräsvall hade däremot det högsta kväveutnyttjandet och samtidigt den högsta andelen purinderivat (allantoin, urinsyra, xantin och hypoxantin) i urinen. Det tyder på att kvävet från fodret är tillgängligt för mikroberna att använda vid tillverkningen av mikrobprotein. Utsöndringen av kreatinin visade sig vara högre bland de kor som utfodrades med hykor i g/dag och mg/kg kroppsvikt, det är ett resultat som skiljer sig från tidigare studier där typ av grovfoder inte haft någon inverkan på kreatininutsöndringen. Den enda skillnaden som gick att finna mellan de två dikoraserna charolais och hereford, var att charolais hade en högre kreatininutsöndring i g/dag i jämförelse med korna av rasen hereford. Denna skillnad tros bero på att korna av rasen charolais hade en högre kroppsvikt än hereford, och det förklarar varför vi inte kan finna någon skillnad mellan raserna när vi tittar på utsöndringen i mg/kg kroppsvikt.

## Abstract

The production of livestock has a large impact on the Swedish emissions of greenhouse gases. It is important to reduce these emissions and one alternative is to make the cows more nitrogen-efficient by increasing the proportion of nitrogen in the feed used by the cows for production, which otherwise is excreted in faeces and urine. The cows could be more nitrogen-efficient by avoiding overfeeding of protein. To find out if the cows are over- or underfed with protein, the nitrogen balance can be studied. To calculate the nitrogen balance the urine volume must be known. The urine volume is measured either with a total collection of urine or by using a creatinine constant together with a spot-sample of urine, which assumes that the daily excretion of creatinine per kg body weight of the animal is known. Creatinine excretion is related to the animal's muscle mass and origins from the muscles protein metabolism, and it is excreted in an individual constant rate.

The aim of this study was to calculate the nitrogen utilization, expressed as the proportion of the consumed nitrogen the cow has excreted in the urine, in early pregnant beef cows' given different types of roughage and determine the daily excretion of creatinine per kg body weight for this animal category. No previous studies have been done on early pregnant beef cows to determine creatinine excretion mg/kg body weight, only on dairy cows and growing cattle. In this study, we initially made a total collection of urine in 36 early pregnant beef cows, to determine the daily excretion of creatinine per kg body weight. The average excretion of creatinine (24 mg/kg body weight) was thereafter used to calculate the volume of urine from the urine sample in a previous feeding trial. By using the known urine volumes in both experiments, beef cows' nitrogen utilization of all forage in the two trials has been investigated.

The result of the study showed that reed canary grass and straw were the feeds with the lowest level of nitrogen utilization, only 50% of the nitrogen intake. Where a low digestibility of the protein in the feeds are thought to be the reason for the low level of utilization. Hykor and grass had the highest nitrogen utilization and at the same time the highest percentage of purine derivatives (allantoin, uric acid, xanthine and hypoxanthine) in the urine. This indicates that the nitrogen is available to the rumen microbes for use in the production of microbial protein. The excretion of creatinine in g/day and mg/kg body weight was highest in cows that were fed with hykor. This result differs from previous studies where creatinine excretion was not affected by roughage type. Charolais cows had a higher creatinine excretion in g/day compared with cows of the hereford breed. Probably this difference depends on that charolais had a higher body weight than Hereford, and it explains why we can't find any difference between the breeds when we look at the excretion mg/kg body weight.

## Inledning

Inom dikalvsproduktionen kallas kon för diko. Produktionen bygger på att kon producerar en kalv per år som hon ger di och som sedan avvänjs vid 6-7 månaders ålder. Inom dikalvsproduktionen delas de olika köttraserna upp mellan lätta och tunga raser. I Sverige är de vanligaste lätta raserna angus, hereford och highland cattle och till de tunga raserna hör blonde d'aquitaine, charolais, limousin samt simmental. Den vanligaste tunga rasen är charolais och den vanligaste lätta rasen är hereford (Växa Sverige, 2013). Dikalvsproduktionen bedrivs vanligtvis under extensiva förhållanden vilket kräver stora arealer per djur. Lönsamheten påverkas starkt av miljöersättningar, kompensationsbidrag och gårdsstöd (Salevid & Kumm, 2012). Dessa ersättningar, bidrag och stöd förändras med tiden vilket påverkar dikalvsproduktionens lönsamhet i allmänhet, men den ekologiska dikalvsproduktionen i synnerhet (Salevid & Kumm, 2012).

Foderkostnaden utgör en stor del av den totala kostnaden inom dikalvsuppfödning (Manninen et al., 2000; Salevid & Kumm, 2012). Hur stor foderkostnaden blir beror på stallperiodens längd som i sin tur bestäms av längden på betesperioden. Genom att optimera foderstaten kan kostnaden sänkas, men det måste ske utan att riskera kons eller kalvens hälsa (Manninen et al., 2000). Dahlberg & Jarander (2008) samt Arnesson & Salevid (2011) är två fältstudier som har visat att det förekommer överutfodring av dikor under stallperioden, då korna får fri tillgång på grovfoder. Överutfodring innebär att korna konsumerar mer än den rekommenderade normen enligt Spörndly (2003). Arnesson & Salevid (2011) jämförde kornas intag av omsättbar energi och protein vid fri tillgång på grovfoder under tre stallsäsonger med dagens gällande utfodringsnormer. Studien visade att det är störst risk för överutfodring under kornas lågdräktighet på grund utav ett lågt underhållsbehov. Svårigheten ligger i att finna ett grovfoder med tillräckligt lågt energi- och proteininnehåll samtidigt som kons krav på sysselsättning såsom tuggning ska tillgodoses (Arnesson & Salevid, 2012). Överutfodring leder till ökade foderkostnader, men även till onödiga förluster av kväve till omgivningen.

Kons kvävebalans kan studeras för att ta reda på ifall hon är över- eller underutfodrad med protein. För att kunna beräkna den dagliga kväveutsöndringen måste urinproduktionen (l/dygn) vara känd. Urinvolymen kan bland annat tas fram genom en totaluppsamling, antingen med urinuppsamlingssele eller med kateter. Metoden är dock omständlig, arbetskrävande och kan leda till obehag för djuren vid användning av kateter. En annan metod är att analysera koncentrationen av kreatinin i ett urinstickprov. Kreatinin är en nedbrytningsprodukt som bildas vid djurets muskelomsättning och produceras vid en för individen konstant hastighet. Den dagliga kreatininproduktionen och därigenom utsöndringen av kreatinin i urinen anses vara relaterad till mängden muskelmassa och därmed till djurets kroppsvikt (Chizzotti et al., 2008). Om den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt för djuret är känd kan kreatininkoncentrationen i ett stickprov användas för att bestämma den dagliga urinproduktionen. Kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt har visat sig variera mellan olika djurkategorier (Lofgreen & Gerrett, 1954; Jones et al., 1990; Chizzotti et al., 2008). För dikor finns det idag ingen genomförd studie där kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt bestämts. I dagsläget finns det endast konstanter som baseras på totaluppsamling av urin från mjölkkor och växande ungnöt. Förutom kons kvävebalans kan kännedom om den dagliga urinproduktionen användas för att ytterligare studera kons kväveutnyttjande från olika foder. Genom att bestämma kons dagliga utsöndring av purinderivat (PD) i urinen kan mängden mikrobprotein som bildas per dag i vommen uppskattas.



## Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att bestämma den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt hos dikor, samt studera kväveutnyttjandet hos dikor utfodrade med olika typer av grovfoder.

Frågeställningar:

- Hur stor är kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt hos dikor?
- Skiljer sig kväveutnyttjandet mellan olika raser av dikor?
- Hur utnyttjar dikor kvävet i olika typer av grovfoder?

## Litteraturstudie

### Dikalvsproduktion

Antalet dikor i Sverige har sedan 1980 tredubblats och var år 2012 uppe i 192 500 stycken. Antalet nötköttsföretag räknades till 11 400 stycken under samma år (Sveriges officiella statistik, 2013). I genomsnitt ligger dikoföretagens besättningsstorlek på 17 stycken kor (Jordbruksverket, 2013). Ökningen av antalet dikor skedde främst under 1990-talets första hälft och hänger ihop med den dåvarande omställningen av jordbruket (Jordbruksverket, 2013). Minskningen av antalet mjölkkor har skett under en lång tid men främst under andra hälften av 1980-talet och i början av 1990-talet (Olsson, 2008; Jordbruksverket, 2013). Det sjunkande antalet kalvar från mjölkkoproduktionen har lett fram till en ökad efterfrågan på andra betesdjur (Olsson, 2008; Jordbruksverket, 2013), vilket har främjat den självrekryterande nötköttsproduktionen. Betesdjurens hävdande av naturbetesmarker bidrar till en bibehållen eller ökad biologisk mångfald i den svenska floran samt tillgodoser strävan efter ett öppet odlingslandskap (Kumm, 2003).

### Utfodring av dikor

Kostnader för vinterfoder är av stor ekonomisk vikt inom dikalvsproduktionen (Kumm, 2009). Grovfodret har den största betydelsen och idag utfodrar 70 % av dikobesättningarna med enbart grovfoder (SCB, 2010). Många (27-33 %) bedriver sitt dikoföretag ekologiskt (Jordbruksverket, 2012) och för att uppfylla kraven för certifiering krävs det att korna har fri tillgång på grovfoder (KRAV, 2014). Många konventionella producenter använder sig också av fri tillgång på grovfoder för att underlätta utfodringen och minska arbetsåtgången (Arnesson & Salevid, 2011). Ett optimalt foder framtaget för sinlagda och lågdräktiga dikor är ett foder med lågt näringsinnehåll. Fodret kan med fördel odlas extensivt och utan kvävegödsling (Kumm, 2009). Skördetidpunkten har stor påverkan på fodrets kvalité och tiden för skörd bör anpassas efter djurkategorin på gården (Kumm, 2009; Arnesson & Salevid, 2011).

Ett sätt att minska risken för överutfodring är att gruppera djuren. När dikorna stallas in efter betesperioden är det vanligt att djuren varierar både i kroppsstorlek och i ålder (Dahlberg & Jarander, 2008). Foderbehovet varierar inom besättningen och det är viktigt att de mindre och oftast lågrankade korna får tillgång till foderbordet i tillräckligt stor utsträckning. Ett exempel på uppställning i tre olika kategorier är dräktiga kvigor (grupp1), förstakalvare och kor i dåligt hull (grupp 2) samt äldre djur i god kondition (grupp 3) (Dahlberg & Jarander, 2008).

För att underlätta vid gruppering är hullbedömning ett effektivt hjälpmedel. En skala från 1 till 9 används där 1 är extremt tunt hull och 9 är extremt överviktig. Det optimala är en ko som ligger mellan 5 och 6 på skalan (Eversole et al, 2009).

#### Överutfodring, ett problem?

För att dikalvsproduktionen ska kunna vara lönsam är det viktigt att foderstaten är optimerad. Underhållsbehovet av energi och protein beräknas utifrån kons vikt och extratillägg krävs för högräktighet, laktation och tillväxt (5 % för förstakalvare; tabell 1; Norrman, 1977). Fältstudier har visat att det förekommer överutfodring under stallperioden av både energi och protein i jämförelse med normen (Dahlberg & Jarander, 2008; Arnesson & Salevid, 2011). Ett överskott av energi och protein leder till överviktiga kor. Överskottet av protein leder även till en ökad mängd kväve i gödseln vilket i sin tur är negativt för miljön. Dessutom leder proteinöverskottet till en energikostnad när kon måste omvandla kvävet till urea för att utsöndra det via urinen. Förutom att det är oekonomiskt med överviktiga kor resulterar överutfodring i ökad risk för komplikationer vid kalvning (Butler, 1998), räktighetsproblem (Butler, 1998) och en väldigt lös avföring vilket förorsakar hygien- och klövhälsoproblem samt andra hälsoproblem (Nadeau et al., 2003).

För att undvika övervikt som en påföljd av överutfodring är rekommendationen att kor i god kondition vid installning kan utfodras med 80 % av sitt underhållsbehov av energi, dock ska inte proteinutfodringen reduceras (Martinsson, 1991). Slutsatsen att det fungerar att utfodra med 80 % av energinormen framgick i en tidigare studie av Martinsson (1983) där han jämförde 95 % med 75 % utfodring av normen under vintertid. Den lägre givan på 75 % ansågs vara för lite då hälften av korna i försöket fick ett förlängt kalvningsintervall och en sänkning i levandevikt hos kalven. Åldern är viktig att tänka på vid restriktiv utfodring enligt Martinsson (1983), eftersom förstakalvarna påverkades redan vid 95 % utfodring med ett förlängt kalvningsintervall och minskad räktighetsprocent jämfört med de äldre korna. Manninen et al. (2000) utfodrade lågräktiga dikor med 70 % av normen och kunde inte se någon negativ effekt på hälsan hos kon eller kalven, dock försämrades fertiliteten även i denna studie för de kor som gavs en restriktiv giva.

Tabell 1: Rekommenderad näringsgiva för underhåll per djur och dag till köttkor (Norrman, 1977 i Spörndly, 2003).

Levandevikt kg:	MJ	Smb rp, g	AAT, g	Ca, g	P, g
400	45	220	233	30	25
500	54	260	275	34	27
600	62	300	315	38	29
700	69	340	354	42	31
800	76	370	391	46	33
900	84	410	427	50	35
Tillägg per 100 kg levandevikt under de sista 8 veckorna					
	3,6	51	29	3,2	2,3
Tillägg för mjölkproduktion, per kg 4 % mjölk					
	5,0	60	40	2,6	1,8

MJ= Omsättbar energi, Smb rp=smältbart råprotein, AAT= aminosyror absorberade i tunntarmen, Ca=Kalcium, P=fosfor.

### Dikalvsproduktionens miljöpåverkan

Globalt sett är de tre största miljöhoten förlust av biologisk mångfald, klimatförändringar och brist på recirkulation av kväve och fosfor (Rockström et al., 2009). Dikalvsproduktionen bidrar till positiv miljöpåverkan genom att hjälpa till att bevara den biologiska mångfalden ute i våra naturbetesmarker (Olsson et al., 2008). Dikalvsproduktionen bidrar emellertid också till negativa miljöeffekter. Frågan om idisslarnas klimatpåverkan genom utsläpp av växthusgaser från jordbrukssektorn är ett omdebatterat ämne där några av konsekvenserna är övergödning, försurning och stigande utomhustemperaturer (Rockström, 2009). Utsläpp av klimatgaser direkt från kött- och mjölkproduktion består av metan (CH<sub>4</sub>) från djurens foderomsättning, koldioxid (CO<sub>2</sub>) och lustgas/dikväveoxid (N<sub>2</sub>O) från foderodlingen samt lustgas och metan från gödseln (Kumm, 2011).

Ett ökat intag av kväve leder till en ökad mängd kväve i stallgödseln, vilket framförallt återfinns i urinen som urea. Koncentrationen av urea i urinen beror på kons intag av kväve (råprotein). Då ett stort intaget av råprotein (rp) medför att vommikroberna inte kan ta tillvara på allt kväve utsöndras överflödet i urinen som urea. Den ökade koncentrationen av urea leder till ökade ammoniakavgångar från urinen. Genom att undvika överutfodring av protein kan ammoniakavgången från urinen minskas (Swensson, 2005).

### Vallfoder (hö, ensilage, bete)

Ett grovfoder av bra kvalité definieras av flera olika faktorer bland annat smaklighet, smältbarhet, näringsvärde, hygien och djurets konsumtion. Kvalitén påverkas av en rad faktorer som t.ex. proportioner av gräs respektive baljväxter, utomhustemperaturen och mognadsstadiet vid skörd (Belotti, 1990; Ball et al., 2001). Generellt ger en tidigare skörd ett högre råprotein- och energiinnehåll i den skördade grönmassan (Pritchard, 1963; Terry & Tilley, 1964; Belotti, 1990). Smältbarheten hos det tidigt skördade fodret är högt på grund utav en lägre andel cellulosa och lignin (Ambye-Jensen et al., 2013) där den högre smältbarheten möjliggör en högre konsumtion (Belotti, 1990). En tidig skörd ger däremot en lägre ts-avkastning jämfört med en senare skördetidpunkt. Skördetidpunkten styrs av vad som efterfrågas; en stor skörd per skördetillfälle eller ett foder med högre näringsinnehåll (Pritchard, 1963; Terry & Tilley, 1964; Belotti, 1990). Tidsintervallet mellan skördetillfällena bör också anpassas efter vilka krav som finns på de olika delskördarnas kvalité (Belotti, 1990).

När skördetidpunkten bestämts är det dags att snabbt bärga och lagra grönmassan på ett sådant sätt att näringsinnehållet och hygien i minsta mån påverkas. Ett sätt att lagra grönmassan är som hö. Höberedning styrs till stor del av vädret och det gäller att med hjälp av torkning ute på fält sänka ts-halten för att förhindra bortfall av näringsämnen orsakade av plantans cellandning, mikroorganismer, oxidation, urlakning och mekanisk skada. Ts-halten bör ligga mellan 85-90% för att höet ska vara lagringsdugligt (McDonald, 2002). Då väderleken ofta är nyckfull är det vanligt med skultorkning för att ytterligare öka ts-halten (Planck & Rundgren, 2008).

Ensilering av grovfoder förbättrar åtkomsten av cellulosa och andra starka strukturer av kolhydrater (Ambye-Jensen et al., 2013). Ensileringsprocessen går ut på att organiskt material bryts ner genom cellandning och aeroba bakterier. Syret förbrukas och temperaturen höjs och det är därför viktigt att snabbt skörda och paketera gräset inför fermentering (Heron et al., 1989). De aeroba bakterierna hämmas och miljön är nu gynnsam för mjölksyrabakterierna som fermenterar grödans vattenlösliga kolhydrater (WSC=Water soluble carbohydrates)

(McDonald, 1981). Davies et al. (1998) genomförde en studie där två grovfoder med olika nivåer av WSC jämfördes, 250 respektive 66 g/kg ts. En tydlig skillnad i fermentering kunde observeras där fermenteringen gynnades av ett högre WSC innehåll. En restprodukt från fermentationen är laktat (mjölksyra) som bidrar till att pH sjunker och därigenom inhiberas andra mikroorganismers aktivitet (McDonald, 1981; Frame & Laidlaw, 2011). Mjölksyrabakterierna fortsätter fermentationen så länge det finns tillgängligt WSC, men vid pH 3,5 upphör även deras tillväxt (Planck & Rundgren, 2008). Nedbrytningen av protein i grönmassan (proteolys) påverkas av pH-nivån, där nedbrytningen markant saktas ned vid pH <5 (MacPherson, 1952). En studie genomförd på rajgräs visade att det optimala pH för fermentering var runt 6 (Heron et al., 1989). En annan viktig faktor som påverkar ensileringen är ts-halten (McDonald, 1981; Slottner & Bertilsson, 2004). Den rätta ts-halten styrs av hur ensilaget ska paketeras. I plansilo är den optimala ts-halten 30 %, i tornsilo 35 % och i balar 40 till 50 % (Sundberg, 2003). Vid en högre ts-halt riskerar grönmassan att bli svårpaketerad och en lägre ts-halt ger stora näringsförluster via pressvatten (Planck & Rundgren, 2008). Proteolysen kan även hämmas av olika fermenteringstillägg, både kemiska och biologiska (Slottner & Bertilsson, 2004). Hackningslängden påverkar fermentationen på ett sådant sätt att en korthackad grönmassa gynnar fermentationen då kolhydraterna blir mer lättåtkomliga för mikroorganismerna (Slottner & Bertilsson, 2004).

En betesvall skiljer sig från en slåttervall genom olika typer av artsammansättning i en specialiserad betesvall. En bra betesvall ska ha god tillväxt över hela betessäsongen och kräver därför en blandning av flera arter (Belotti, 1990). Betets näringsinnehåll bestäms främst av växternas utvecklingsstadium, där ett spädare (kortare) gräs eller klöver är desto näringsrikare (Planck & Rundgren, 2008). Betet ska ses som en färskvara och avbetning ska ske i takt med tillväxten för att få en hög och stabil beteskonsumtion (Belotti, 1990). Anläggningen av vallen kan ske på våren med eller utan insåningsgröda, eller under sommaren utan insåningsgröda. Det är viktigt att sköta betesvallen genom putsning vilket styrs av säsongsmässig fördelning och betesväxternas näringsinnehåll. På så sätt hålls även ogräs efter (Belotti, 1990).

### Rörflen

Rörflen (*Phalaris arundinacea* L) är ett flerårigt kraftigt styvt strå som blir ca 2 m högt. Rörflen växer vilt i stora delar av landet men förekommer främst på våt- och översvämningsmarker. Den kan odlas på olika marker och klarar även av att växa på vattenhållande mullrika lätta jordar vilket gör den konkurrenskraftig i jämförelse med andra gräsarter (Palmborg, 2012). Rörflen har idag flera användningsområden bland annat som biobränsle (Palmborg & Lindvall, 2011), fiber-råvara (Finell, 1997), strömedel (Forsell, 2011) och foder till kreatur (Craig et al., 1990). Rörflen är en tålig växt som kan skördas över hela växtsäsongen. Det som avgör skördetidpunkt är vad växten ska användas till (Craig et al., 1990).

Rörflen kan utfodras som bete, hö eller ensilage, både som rena bestånd eller som inblandning med olika typer av gräs- och baljväxter. Rörflen har tidigare ansetts vara ett lågkvalitativt foder på grund utav sin höga koncentration av alkaloider. Alkaloider är bittra, komplexa, kväveinnehållande föreningar vilka kan försämra hälsan hos idisslare (Craig et al., 1990). Men nya arter med lägre alkaloidhalt har tagits fram och anses idag vara ett fullgott foderalternativ till kreatur. Ett exempel på en lågalkaloid art är Palaton (Craig et al., 1990). I en studie gjord av Arnesson & Salevid (2012) blev slutsatsen att rörflen fungerar bra som strukturfoder till lågdräktiga dikor vilka behöver reglera hullet nedåt under stallperioden. För

förstakalvare tycks rörflen som enda grovfoder inte vara tillräckligt för att tillgodose deras näringsbehov, då de behöver extra energi och protein för tillväxt.

### Hykor

Hykor tillhör grässorten svingel och är en hybrid, en korsning, mellan gräsarterna rörsvingel och italienskt rajgräs (Andersson & Pedersen, 2010). Målet med korsningen har varit att kombinera rörsvingelns goda hårdighet med rajgräsets etableringssnabbhet, goda återväxtförmåga och höga energivärde (Andersson & Pedersen, 2010; Østrem et al., 2013). Likt många andra gräs kan hykor ensileras för att användas som djurfoder. Martinsson & Ericson, (2011) jämförde mjölk Korsproduktion och foderintag vid utfodring med hykorensilage och timotejensilage, och kunde inte finna någon skillnad mellan fodren.

### Halm

Halm kommer ifrån stråsäd som havre, korn, vete eller råg och är en restprodukt efter att sädeskärnan tröskats ur. Den används både som foder och strömedel och innehåller höga halter av cellulosa och lignin. Halmen är näringsfattig och de näringsämnen som finns är svårtillgängliga (McDonald et al., 2002). Råproteininnehållet för halm av havre och korn är lågt och ligger mellan 20 till 50 g/kg ts (McDonald et al., 2002). När halmen ska användas som foder är det viktigt att den håller en hög hygienisk kvalitet och att den därför är ordentligt torkad inför lagring (Planck & Rundgren, 2008). Halm av god kvalitet kan blandas med urea för att öka proteinhalten och kan då fungera bra som enda grovfoder för dikor under stallperioden (Manninen et al., 2000). Enligt Dahlberg & Jarander (2008) kan en annan strategi vara att blanda halmen med ensilage för att få fram ett fullgott foder till lågdräktiga dikor. Andelen ensilage kan därefter ökas i takt med att korna går in i högdräktighet och laktation.

### Helsäd

Helsädesensilage är spannmål som skördats före fullmognadsstadium och innehåller både spannmålskärna och stjälk, vilket sedan lagras genom ensilering under anaeroba förhållanden. Namnet på helsäden betecknas efter sädesslagets namn (Rustas, 2009). I Sverige är det vanligast med helsädesensilage gjort på korn och havre som ofta är inblandade med baljväxter som t.ex. ärtor eller åkerböna (Rondahl, 2007; Nadeau et al., 2009). Skörden bör ske efter axgång men före degmognadsfasen för att få optimala foderegenskaper, speciellt för växande djur. Vid axgång är smältbarheten på fodret hög men avkastningen är låg, medan smältbarheten är lägre men foderintag och avkastning högre vid degmognad (Rustas, 2009). Innehållet av råprotein varierar med skördetidpunkt och spannmålsslag där innehållet kan ligga mellan 104 till 180 g per kg ts, där det högsta värdet representeras av renbestånd av baljväxter (Granström, 2014). För att begränsa nedbrytningen av protein, förbättra ensileringsegenskaperna och minska ts-förlusterna bör helsäd ensileras med tillsatsmedel. Det gäller speciellt för sent skördade grödor, då mjölksyraproduktionen är låg och risken för clostridiumtillväxt är hög jämfört med skörden i ett tidigt mognadsstadium (Nadeau, 2007). Fältförlusten av spannmålskärnor ökar med mognadsstadium och måste vägas in vid beslutet om skördetidpunkt. Helsädesensilage av korn som skördas i degmognadsstadiumet bör hackas innan ensilering för att öka fodrets tillgänglighet, speciellt när det ska utfodras till ungdjur (Rustas, 2009). Helsädesensilage på rågvete visade sig ge ett lägre intag av ts jämfört med havre och korn, vilket i sin tur försämrade tillväxten hos kvigorna enligt McCartney & Vaage (1994). Det kan ha berott på minskad smaklighet på grund utav den grova strukturen på fodret. Manninen et al. (2005) fastslog att både helsädesensilage av havre och korn är fullt dugliga foder till dikor. Kornet har i regel en högre smältbarhet och havren ett lägre energi- och proteininnehåll.

## Urea

Syntetiskt framtagen urea är ett effektivt proteintillskott i foderstater med lågt proteininnehåll eller brist på snabblösligt protein (Hamilton, 2009). Det är viktigt att ha i åtanke att urea inte innehåller några vitaminer eller mineraler och ta hänsyn till det för att få fram en fungerande foderstat (McDonald et al., 2002). Tillskottsutfodring med urea har störst effekt på lågproducerande kor med ett lågt proteinbehov. Urea är till skillnad från soja och växtproteiner ofta ett billigare alternativ som proteintillskott (Homer, 1993) och kan tillsättas i både kraftfoder och grovfoder (McDonald et al., 2002). Urea hydrolyseras av vommens mikroorganismer när de producerar ammoniak. För att öka mikrobernas effektivitet att ta upp urea ska det även finnas en energikälla som tillgodoser mikrobernas energibehov så att deras proteinsyntes kan fortskrida. Om det inte finns någon energikälla kan mikroberna inte tillgodose sig kvävet från urean och istället utsöndras kvävet i träck, urin och mjölk (McDonald et al., 2002). Det rekommenderas att inte utfodra mer än 0,15 gram urea per kg kroppsvikt (Taurus, 2014). Kalvar under 210 kg ska inte utfodras med urea på grund utav att deras idisslingsförmåga inte är fullt utvecklad (Hamilton, 2009). Förgiftningsfall har upptäckts hos kor som har utfodrats med så lite som 0,3 g urea per kg kroppsvikt. Vid ett överintag av urea från fodret absorberas ammoniak direkt från vommen, vilket leder till en ökad risk för ammoniakförgiftning. Tecken på förgiftning är oro, skakningar, överdriven salivproduktion, häftig andning, trumsjuka och kramp (Hamilton, 2009).

## Innehåll av protein i grovfoder

Vallfodrets råproteinhalt är högre i blandvallar med baljväxter än i rena gräsbestånd. I båda fallen är dock proteinhalten starkare korrelerad med växtens utvecklingsstadium vid skörd. Proteinhalten sjunker snabbt med ökad mognadsgrad hos växten, och det sker snabbare i gräs än i baljväxter (Belotti, 1990). Det finns inte något samband mellan innehållet av råprotein och NDF (neutral detergent fiber) i grovfoder (Brodrick, 2003). Innehållet av råprotein i grödan beräknas utifrån kväveinnehållet med hjälp av Kjeldahlmetoden. Där kvävehalten multipliceras med faktorn 6, 25 för att få fram råproteinhalten (Gustafsson et al., 2002; McDonald et al., 2002). Råproteinhalten är inte det "sanna" proteinvärdet då även kväve från enkla föreningar som exempelvis nitrat och urea ingår i beräkningen. I spannmål utgör summan av aminosyror, det vill säga det sanna proteinvärdet, 95 % av råproteinet (McDonald et al., 2002). Hos det växande gräset består 60 till 90 % av kvävet i form av sant protein (McDonald, 1981; McDonald et al., 2002; Slottner & Bertilsson, 2004). I ensilage sjunker den sanna proteinhalten och ligger mellan 30 och 50 % (Slottner & Bertilsson, 2004). Sänkningen vid ensilering beror på att det direkt efter skörd startas en omfattande proteinnedbrytning. Proteinnedbrytningen har som högst aktivitet under de första dagarna. Det gör även att andelen icke-proteinbundet kväve ökar från 20 till 40 % av det totala kväveinnehållet (Ohshima & McDonald, 1978). I färskt gräs och ensilage är smältbarheten för råprotein hög. Det resulterar lätt i höga kväveförluster hos djuret på grund utav att det inte finns tillräckligt med energi för mikroorganismerna så att de kan ta hand om allt protein. Genom att minska på mängden utfodrat råprotein per enhet energi kan proteineffektiviteten förbättras (Frame & Laidlaw, 2011).

Kvävegödslingen vid foderproduktionen tycks spela en stor roll då en ökad gödselgiva leder till ett ökat proteininnehåll i fodret, vilket är önskvärt för att djuren ska kunna växa och producera. Dock säkerställer inte en ökad råproteinhalt i fodret att proteinet är tillgängligt för kon. I ett försök på mjölkkor av Shingfield et al. (2001) ökades kvävegivan i grovfodret från 120 till 150 g/kg torrsustans (ts) genom en ökad giva kvävegödsling per ha. Den ökade givan

gav dock ingen effekt på mjölkproteinhalten. Studien fann dock att mjölkproteinhalten gick att påverka genom att istället kombinera ett grovfoder med lägre råproteinhalt med rapsmjöl. Det tyder på att korna reagerar på en ökad proteintillförsel, men tillgången på användbart protein kunde inte ökas med kvävegödsling. Förutom att det är en belastning på miljön kan kons kropp ta skada av ett överskott av kväve, där Butler (1998) kunde observera en nedsatt effekt i fertilitet på högpresterande mjölkkor som getts ett foder med högt proteininnehåll.

## Proteinomsättning

Det kväve som når kons vom kommer ifrån tre olika källor: proteiner från fodret, återflödet av urea via saliven och återflödet av urea via vomväggen från blodet. Den största kvävekällan kommer från foderproteiner och kan delas upp i äkta protein och icke-proteinkväve. Icke-proteinkväve består till största delen av ammoniak, urea, nukleinsyror, aminer, amider, peptider och aminosyror (McDonald et al., 2002). De äkta foderproteinerna bryts ner av mikroberna till aminosyror och peptider. Vissa aminosyror bryts även ner till koldioxid, ammoniak och organiska syror. En del av foderproteinet går igenom vommen opåverkade och kallas då för by-pass protein (McDonald et al., 2002; Sjaastad et al., 2003).

Mikroberna i vommen behöver både kväve och energi för att kunna bilda mikrobprotein. Vid ett överskott av kväve bildas urea. Vommikroberna syntetiserar ammoniak, fria aminosyror och små peptider för eget bruk och slutprodukten blir mikrobiellt protein. Ammoniak har en betydande roll för mikrobiell nedbrytning och syntes av protein. Vid en foderstat med låg proteinkoncentration eller svårsmälta proteiner sjunker ammoniakkoncentrationen i vommen. Det hämmar mikrobernas arbete och tillväxt vilket i sin tur resulterar i en långsammare nedbrytning av kolhydrater (McDonald et al., 2002). Intaget av foder minskar om råproteininnehållet är lägre än 60 till 80 g/kg ts, då ett lägre intag av råprotein inte längre täcker mikrobernas behov av kväve och ammoniak (Mertens, 1994). Vid omvänt förhållande kan proteinnedbrytningen ske snabbare än syntesen. Då ökar ammoniakkoncentrationen i vommen och den optimala koncentrationen överskrids (McDonald et al., 2002). En del av urean återförs till vommen via saliven eller direkt genom vomväggen. Den största delen utsöndras dock till urinen, där den går förlorad (McDonald et al., 2002).

Det protein som lämnar vommen är en blandning av foderprotein och mikrobprotein. Det går sedan ut i tunntarmen där en del av proteinerna spjälkas till aminosyror och tas upp via tunntarmens slemhinna ut i blodomloppet och vidare till levern (McDonald et al., 2002; Nadeau, 2003; Frame & Laidlaw, 2011). Dessa aminosyror kallas AAT, aminosyror absorberade i tunntarmen (Sjaastad et al., 2003). I levern omvandlas ammoniak till urea som antingen går till njurarna och utsöndras i urinen eller recirkulerar tillbaka till vommen via saliven (McDonald et al., 2002). Även spjälkningen av by-pass proteiner sker i tunntarmen. De proteiner som inte spjälkas förs ut ur kroppen via träcken (Sjaastad et al., 2003).

## Kvävebalans och kväveutnyttjande

Beräkning av den så kallade kvävebalansen är ett sätt att ta reda på ifall kon är över- eller underutfodrad med protein. För att kunna beräkna kvävebalansen måste kväveinnehållet i fodret vara känt liksom utsöndringen av kväve via träck, urin och produktion (t.ex. kalv och mjölk). När kväveintaget är lika med utsöndringen är djuret i jämvikt, det vill säga att intag och utsöndring av kväve är desamma. När intaget överstiger utsöndringen är kvävebalansen positiv och när utsöndringen överstiger intaget är kvävebalansen negativ (McDonald et al.,

2002).

Med kväveutnyttjande avses hur mycket av kvävet från fodret som används till produktion, t.ex. mjölk, fosterutveckling och kroppstillväxt (Salomonsson, 2003; Lindahl, 2003). Kväveutnyttjande kan beräknas på besättnings-, grupp- eller individnivå (Salomonsson, 2003). Kväveutnyttjande anges i % och det är viktigt att klargöra vilken faktor som avses. Formeln nedan beskriver effektiviteten för växande ungnöt:

$$\text{Kväveutnyttjande (\%)} = \frac{\text{kvävemängd i djurkroppen vid slakt} - \text{kvävemängd i kalven}}{\text{kvävemängd i fodret}}$$

Kväveutnyttjande varierar med djurkategori. För lakterande kor ligger kväveutnyttjandet mellan 25 och 30 %. Inom nötköttsproduktionen är siffran lägre och ligger mellan 12 och 20 % enligt Lindahl (2003), som själv genomfört studier på ungnöt där överutfodringen av protein tros vara den bidragande orsaken till det lägre kväveutnyttjandet. För köttjur är kväveutnyttjandet ännu lägre och ligger mellan 5 och 10 % enligt Whitehead (2000).

Lindahl (2003) upptäckte att ett negativt linjärt samband mellan kväveutnyttjandet och råproteinhalten i fodret, det vill säga desto högre råproteinhalt i foderstaten desto sämre kväveeffektivitet. Kväveutnyttjandets samband med råproteinhalten har studerats för mjölkkor i ett flertal studier, vilka kommit fram till att en sänkning av råproteinhalten ger en ökad kväveeffektivitet (Biswajit et al., 2011; Olmos Colmenero & Broderick, 2006; Brodrick, 2003; Swensson, 2002; Gustavsson, 2001). Olmos Colmenero & Broderick (2006) fann en linjär ökning av kväveutsöndringen via urinen när råproteinhalten ökade från 13,5 till 19,4 %. Slutsatsen blev att den optimala nivån av råprotein i fodret är 16,5 %, för att kunna uppnå maximal produktion av mjölk och protein. Det påståendet stöds av Swensson (2002) som rekommenderade en råproteinhalt mellan 15-16 % om lättillgängliga kolhydrater finns tillhands i fodret. Brodrick (2003) kom också fram till att en råproteinhalt på 16,7 % är tillräcklig då högre halter av råprotein hämmade kväveutnyttjandet, och gav en ökad utsöndring av mjölkurea och urinkväve. Hos mjölkkor är det inte bara råproteinintaget som styr kväveutnyttjandet utan även laktationsstadium. Nadeau (2003) konstaterade att en ökad mjölkavkastning ökar kornas kväveutnyttjande. Där kor som lakterar mellan 30-50 kg mjölk per dag normalt ligger på 30 % i kväveutnyttjande, medan kor med lägre avkastning och sinkor har ett lägre utnyttjade av kväve. Generellt är det bra för både miljön och lantbrukarens ekonomi om korna kan bli mer kväveeffektiva (Biswajit et al., 2011; Nadeau, 2003). Enligt en studie av Castillo et al. (2001) som genomfördes på mjölkkor krävs det ett foder med låg råproteinhalt för att kunna öka kväveeffektiviteten. Där det optimala intaget med tanke på kväveutnyttjandet är 400 g N/d, vid ett högre intag observerades en ökad utsöndring i urinen. Men för att få en bra kväveeffektivitet måste även fodrets energiinnehåll tas i beaktan för som tidigare nämnts i stycket "proteinomsättning" behöver mikroberna energi för att kunna ta hand om kvävet. Dewhurst et al. (1996) genomförde en studie på 16 gräensilage innehållande varierande mängd ME (omsättbar energi) och råprotein. De kom fram till att korna utnyttjade kvävet i ensilaget bättre ifall förhållandet var ett högre ME och en lägre råproteinkoncentration.

## Kväveutsöndring via urin

En stor andel av det kväve som kon inte själv utnyttjar utsöndras via urinen, vilket i sin tur bidrar till ammoniakutsläpp och förorening av miljön (Castillo et al., 2001). Av det kväve som kon konsumerar via fodret utsöndras ungefär 30-35 % i träck och 45 % i urinen (Ohlsson & Kristensen, 1998). Kväveutsöndringen varierar från dygn till dygn i både träck och urin.



Dock är variationen mellan dygnen mindre i urin än i träck (Knowlton et al., 2010). Det beror på att det kväve som utsöndras i träcken kommer från osmält foderkväve, endogent kväve och mikrobrester från matspjälkningskanalen, vilket begränsar möjligheten att kunna påverka kväveförlusterna genom att reducera kvävet i fodret (Ohlsson & Kristensen, 1998). Däremot är kväveutsöndringen i urinen starkt förknippad till utfodringen då kvävet i urinen till största delen kommer från ammoniak producerad i vommen samt från aminosyror från kroppens metabolism (Whitehead, 1995; Ohlsson & Kristensen, 1998; Castillo et al., 2001; Swensson, 2002).

I urinen utgör urean den största andelen, 50-90 %, av det totala utsöndrade kvävet (Whitehead, 1995). Andra kvävehaltiga komponenter i urinen innefattar hippursyra, allantoin, urinsyra, xantin, hypoexantin, kreatinin och kreatin (Bristow et al., 1992; Whitehead, 1995; Dijkstra et al., 2013). Urea har en dygnsvariation i sin utsöndring (Gonda & Lindberg, 1994), och ureaandelen av det totala kväveinnehållet i urinen påverkas av fodrets kväveinnehåll. Bristow et al. (1992) fann att kor som gick på bete till största delen bestående av rajgräs fick en högre andel urea av det totala kväveinnehållet i urinen, upp till 93 %, jämfört med kor som utfodrades med ensilage och kraftfoder där andelen urea var så lågt som 59 %. Resultatet antyder att råproteinhalten påverkar kväveutsöndringen. Det styrks av en studie utförd av Castillo et al. (2001) som jämförde två gräsensilage med olika råprotein nivåer, 210 respektive 290 g/kg ts. Utsöndring av kväve i urin ökade med råproteinhalten, ingen skillnad kunde urskiljas i träck eller i mjölk. I studien studerades samtidigt tre nivåer av smältbarhet för båda fodren. Oavsett råprotein nivå visade det sig att en ökad smältbarhet gav upphov till en ökad kväveutsöndring i urinen. Ericsson et al. (2004) såg att ts-konsumtionen påverkade kväveutsöndringen genom att ett lägre ts-intag sänkte kväveutsöndringen via urinen, medan kväveutsöndringen i träcken förblev oförändrad.

## Kreatinin

Kreatin och kreatinfosfat är båda kvävehaltiga föreningar som finns i kroppens muskler och ingår i energimetabolismen. Överskottet av kreatin och kreatinfosfat omvandlas till kreatinin och utsöndras via njurarna i urinen (Heymsfield et al., 1983). Utsöndringen av kreatinin i urinen är relaterad till muskelmassan vilket ger en konstant kreatininutsöndring per kg kroppsvikt (Hobson, 1939; Lofgreen & Garret, 1954). I en studie genomförd på människor konstaterades att kreatininutsöndringen har en starkare korrelation till muskelmassan än vikt (Narayanan & Appleton, 1980). Shingfield & Offer (1998) kom fram till att det fanns en dygnsvariation i kreatininutsöndringen för individen, men ingen större skillnad i utsöndringen mellan dygn. Eriksson et al. (2009) kom fram till samma slutsats. Det finns dock en skillnad i utsöndring mellan individer (Shingfield & Offer, 1998). Tas & Susenbeth (2007) resonerar att anledningen till att kreatininutsöndringen varierar över dygnet beror på djurets fysiologiska tillstånd och skillnaden mellan individer.

Den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt kan användas för att beräkna den dagliga produktionen av urin för nötkreatur utifrån ett urinstickprov (Valadares et al., 1999; Chizzotti et al., 2008). För att göra det krävs förutom kännedom om kons dagliga kreatininutsöndring (mg/kg kroppsvikt), även information om kons kroppsvikt samt koncentrationen av kreatinin i stickprovet (mg/l). Urinvolymen kan sedan användas för att beräkna den dagliga utsöndringen av urea, allantoin och urinsyra utifrån koncentrationen av dessa ämnen i urinstickprovet (Albin & Clanton, 1966; Valadares et al., 1999; Chizzotti et al., 2008). Den generella formeln för att beräkna urinvolymen är:

$$\text{Urinvolymin (l)} = \frac{\text{Kroppsvikt (kg)} * \text{Kreatininutsöndring (mg/kg kroppsvikt)}}{\text{Kreatininkoncentration i urin (mg/l)}}$$

Chizzotti et al. (2008) genomförde två olika studier på lakterande mjölkkor där kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt var nästintill densamma, 0,213 och 0,212 mmol/kg kroppsvikt. Slutsatsen av studierna blev att kreatininutsöndringen för djur av denna kategori är konstant oavsett kroppsvikt, laktationsstadie och foderintag. Chizzotti et al. (2008) genomförde även en studie på växande kvigor för att se hur kreatininutsöndringen förändrades med tillväxten. Det visade sig att utsöndringen minskade i takt med att djuret fick en högre kroppsvikt, i detta fall från 0,268 ner till 0,234 mmol/kg kroppsvikt. Slutsatsen blev att den daglig kreatininproduktionen och därmed kreatininutsöndringen är relaterad till muskelmassan, och därmed proportionell mot djurets kroppsvikt. Lofgreen & Garrett (1954) studerade herefordstutar och fann då att kreatininutsöndringen var korrelerad med fettansättningen där de stutar som hade mindre fettansättning hade en högre utsöndring av kreatinin. Jones et al. (1990) fann att kreatininutsöndringen avtog i takt med stigande ålder för kötttrasstutar. Det visar på att olika djurkategorier har olika nivåer på kreatinikonstanen (mmol eller mg/kg kroppsvikt). Det tycks dock finnas en skillnad mellan studier genomförda på samma djurkategori. För lakterande holstienkor varierade utsöndringen mellan 23,4 till 29,0 mg per kg kroppsvikt. För kötttrasstutar låg värdet mellan 24,9 och 32,0, för kötttraskvigor mellan 27,1 och 30,0, samt för kötttraskor på 25,8 (nelloreboskap), se tabell 2.

Tabell 2: Kreatininutsöndring (mg/kg kroppsvikt) för olika djurkategorier.

Studie	Djurkategori	Kreatininutsöndring (mg/kg kroppsvikt)
Valadares et al., 1999	lakterande holsteinkor	29,0
Leonardi, 2003	lakterande holsteinkor	27,6
Olivera et al., 2001.	lakterande holstienkor	23,4
Barbosa et al., 2006	nelloreboskap medel:	27,1
	kvigor	27,1
	stutar	27,4
	tjur	28,0
	lakterande ko	25,8
Jones, 1990	stutar kötttraskorsning medel:	25,2
McCarthy et al., 1983	charolaiskorsningskvigor	30,0
Lofgreen & Garrett, 1954	herefordstutar	26,2 respektive 32,0

Förutom djurkategori har andra parametrar studerats för att se vad som påverkar utsöndringen av kreatinin i urinen. Ett flertal studier har kommit fram till att fodret inte har någon inverkan på kreatininutsöndringen (Vagnoni et al, 1997; Olivera et al., 2001; Chizzotti et al, 2008). I ett utfodringsförsök utfört av Valadares et al. (1999) studerades hur olika nivåer av kraftfoder inverkade på kreatininutsöndringen. Slutsatsen blev att en foderstat bestående av 50 % kraftfoder gav en 5 % ökning i kreatininutsöndringen per dygn. Olika kraftfodergivor påverkade däremot inte den dagliga utsöndringen av kreatinin per kg kroppsvikt. Fodrets råproteinnehåll har inte visat sig påverka kreatininutsöndringen för lakterande kor (Kertz, 1968; Leonardi, 2003). Dinning et al. (1949) styrker påståendet genom att i sin studie på tvååriga herefordstutar inte påvisa någon effekt av olika råproteingivor på kreatininutsöndring. Inte heller tycks olika NPN (non protein nitrogen) nivåer i foderstaten påverka kreatininutsöndringen (Olivera et al., 2001). Jones et al. (1990) jämförde utfodring *ad libitum* (fri tillgång) med restriktiv giva för stutar av kötttraskorsningar. Slutsatsen blev att

stutarna som utfodrades i fri tillgång hade en högre daglig kreatininutsöndring än stutarna med restriktiv giva, vilket kan bero på att stutarna i *ad libitum*-gruppen hade en bättre tillväxt och därmed en högre kroppsvikt. Dock fanns det ingen skillnad mellan gruppernas kreatininutsöndring uttryckt som mg/kg kroppsvikt. En studie av Albin (1966) har visat att dräktighetsintervallet påverkar kreatininutsöndringen genom att öka i takt med längden på dräktigheten. Dapoza et al. (1999) försökte förklara detta resonemang i sin jämförande studie på dräktiga och lakterande tackor. Där de dräktiga tackorna hade en högre utsöndring av kreatinin än de lakterande. Förklaring till att de lakterande tackorna hade en lägre utsöndring var att de befann sig i negativ energibalans och tappade därigenom muskler som minskade deras kreatinin pool. Med en minskad muskelmassa sänkts mängden utsöndrat kreatinin enligt Dapoza et al. (1999). Djur i negativ energibalans bryter ner sin muskelmassa vilket kan ha en inverkan på mängden utsöndrat kreatinin (Susmel et al., 1995).

## Purinderivat

Den dagliga produktionen av mikrobiellt kväve i vommen kan skattas genom att analysera den dagliga utsöndringen av purinderivat i kornas urin. Puriner är byggstenar i nukleinsyror som i sin tur bygger upp vommikrober. Purinerna frigörs när nukleinsyror i vommikroberna spjälkas i tunntarmen (Chen & Gomes, 1992). Purinerna tas upp via tarmväggen och i blodet omvandlas de absorberade exogena purinerna tillsammans med endogena puriner till purinderivat, vilket är ett samlingsnamn för allantoin, urinsyra, xantin och hypoxantin. De exogena purinderivaten har således sitt ursprung från mikrobiella processer i vommen medan de endogena härrör från vävnadsmetabolism. Till skillnad från andra idisslare har nötkreatur en stor utsöndring av endogent purinderivat. Jämfört med får är utsöndringen tre gånger så hög per kg metabolisk vikt ( $150$  och  $530 \mu\text{mol} / \text{kg vikt}^{0.75}$  per dag för får respektive nötkreatur). När purinderivat (från både endogena och exogena källor) kommer in i blodet rensas de snabbt ut av njurarna och utsöndras i urinen (Chen & Gomes, 1992). Utsöndringen är konstant för djuret självt men har en tendens till att variera mellan individer (Chen & Gomes, 1992; Shingfield & Offer, 1998). Det som är speciellt för nötkreatur är att det främst är allantoin och urinsyra som påträffas i urin (McDonald et al., 2002; Chen & Gomes, 1992). Den största andelen av purinderivaten utgörs av allantoin, 80-85 %, och urinsyra, 20-15 % (Chen et al., 1990). Det kan förklaras av att enzymet xantinoxidas omvandlar xantin och hypoxantin till urinsyra före utsöndringen i urinen (Chen et al., 1990; Chen & Gomes, 1992). Chen et al. (1990) kunde konstatera att 99 till 100 % av xantin och hypoxantin omvandlades till urinsyra hos nötkreatur. När de omvandlade purinerna når levern i form av urinsyra kan purinerna inte längre användas för att bygga upp nukleinsyror i den egna vävnaden hos nötkreatur. Hos får är emellertid xantinoxidas aktiviteten försumbar och därför kan purinerna i princip nå levern oförändrade och finns därför tillgängliga att användas i djurets egen vävnad (Chen & Gomes, 1992).

Ett par studier har visat på att andelen grovfoder respektive kraftfoder påverkar utsöndringen av purinderivat. Valadares et al. (1999) studerade effekten av olika givor av koncentrat på utsöndring av allantoin och urinsyra, både via totaluppsamling och stickprov. Korn i försöket utfodrades med lusernensilage och olika givor av majs-koncentrat. Resultatet visade att mikroberna producerade som mest mikrobprotein vid en giva av 35 % kraftfoder i jämförelse med både högre och lägre givor av koncentrat. I en studie av Gonda et al. (1996) studerades koncentratgivornas effekt där låg (35:65) respektive hög (65:35) kraftfodergiva jämfördes. Resultatet visade på en tendens till högre nivå av allantoin vid en högre kraftfodergiva. En tidigare studie av Gonda & Lindberg (1994) uppmärksammades att för kor i senare laktation

(v. 26 till 30) ökade utsöndringen av allantoin i urinen i takt med ett ökat ts-intag, samt att det fanns en dygnsvariation av allantoin i urinen.

## PD:Kreatinin

När den dagliga utsöndringen av kreatinin är känd kan förhållandena mellan kreatinin och purinderivat (PD:Kreatinin) används i en kvot vars värde är en bra indikator på den dagliga utsöndringen av purinderivat i urinen (Valadares et al., 1999). Kvoten fungerar även om PD-koncentrationen varierar beroende på insamlingstid på dygnet, då Chen et al (1992) såg att trots en dygnsvariation för purinderivat var det en liten variation i förhållandet mellan PD:Kreatinin. Det styrks ytterligare av en senare studie av Chen et al. (1995) där de fann en hög korrelation ( $r=0,92$ ) mellan PD:kreatinin och utsöndring av totalt purinderivat i urinen. Men Shingfield and Offer (1998) är av en annan åsikt och tycker inte att PD:kreatinin kvoten är tillräckligt tillförlitlig på grund utav den stora individuella skillnaden i kreatininutsöndring. Men genom att ta ett flertal urinstickprov över dygnet minskar effekten av dygnsvariationen och på så vis ökar resultatets säkerhet.

## Urinvolym

Urinvolymen bestäms av en mängd olika faktorer bland annat av foderstat, ts-halt (Valadares et al., 1999), laktationsstadie (Cao, 2009) och mineralintag (Dijkstra et al., 2013). Valadares et al. (1999) kunde urskilja en naturlig variation av urinvolymen över dygnet hos lakterande mjölkkor, där volymen generellt var 14 % högre mellan kl 17-05 jämfört med kl 05-17. I ett försök av Cao (2009) på lakterande mjölkkor var den genomsnittliga urinvolymen 15,7 l per dag, variationen var dock stor och låg mellan 9,1 och 35,7 l per dag. Här tros kons laktationsstadie påverka en del eftersom korna i studien lakterade mellan 11,2 och 40,5 kg mjölk per dag. Urinvolymen för den individuella kon hade en viss variation mellan dygnen och kunde vara så hög som 1,5 l per dag (Cao, 2009). Enligt Chen & Gomes (1992) ligger variationen på 10 % mellan dygnen. Urinvolymen skilde sig signifikant mellan kor och dygn, dock sågs ingen effekt av behandling i Shingfield & Offer (2010) studie.

Barbosas (2006) studerade två olika kraftfodergivor, 25 % och 50 %, på de fyra djurkategorierna kvigor, stutar, tjurar och lakterande mjölkkor. Kraftfodergivan gav ingen effekt på urinvolymen. En skillnad mellan djurkategorierna kunde observeras där mjölkkor hade den största urinvolymen. Det var inte särskilt förvånande då mjölkkorna var den djurkategori som konsumerade mest vatten och hade ett högre ts-intag. En annan studie gjord av Valadares et al. (1999) där lakterande mjölkkor gavs olika kraftfodergivor blev slutsatsen att desto mindre andel kraftfoder som gavs desto högre blev urinvolymen. Gonda et al. (1997) resonerade att nötkreatur på en stor andel grovfoder får i sig mer vätska via fodret, vilket kan vara orsaken till en större urinvolym. Påståendet styrks av Lascano & Henrichs (2011) studie där växande kvigor utfodrades med varierande mängd grovfoder och koncentrat. De kvigor som åt mycket kraftfoder kompenserade det genom att dricka mer och på så vis reglerade de sin vätskebalans. De Boer et al. (2002) jämförde en foderstat bestående av gräsensilage med majsensilage. De kor vilka utfodrats med gräsensilage hade en urinvolym på 35 l per dygn och för majsensilaget var det 22 l per dygn. Förklaringen var att gräsensilage hade ett högre innehåll av mineralerna Na och K. Då kroppen behöver göra sig av med mineralöverskottet och njurarna endast kan utsöndra en viss koncentration i urinen, löser kon det genom att dricka mer för att kunna urinera och på så vis göra sig av med mineralöverskottet. Effekten av Na på urinvolymen har även Speak et al. (2012) uppmärksammat, då en ökad Na giva ledde

till ett ökat vattenintag och därigenom en ökad urinvolymer. Van Vuuren & Smits (1997) är också av åsikten att urinvolymer påverkas genom intaget av N, K och Na.

## Totaluppsamling av urin

Det finns två olika metoder för att samla upp urin och de metoderna är totaluppsamling och stickprov. Totaluppsamling genomförs under ett eller flera dygn och all urin samlas då upp under hela den tiden. Det sker antingen med hjälp av kateter eller med urinsele, där kateter är det dominerande sättet i litteraturen (Valadares et al. 2009; Chizzotti et al. 2008; Barbosa et al., 2006; Boudra et al., 2012 ). En skillnad att ta i beaktning är att vid användning av kateter samlas urinen upp i den takt som den tillströmmar i urinblåsan. Till skillnad från selen där endast kons frivilliga urinerande samlas upp. Enligt Chen & Gomes (1992) bör en totaluppsamling med kateter ske under minst fem dygn, på grund av att urinvolymer varierar något över dygnet, och på så vis minskas felkällan när utsöndringen av purinderivat ska bestämmas. Ett mindre antal dagar är önskvärt då det både sparar tid, pengar och minskar obehaget för djuren vid användning av kateter (Barbosa et al., 2006). Valadares et al. (1997) gjorde totaluppsamling av urin med kateter under 2, 6, 12, 24, 48, 72 och 96 h för att undersöka hur lång uppsamlingstid som krävdes för att få fram ett representativt urinprov. Slutsatsen blev att en uppsamlingstid under 12 h kan ge en överskattning av ureautsöndringen i urinen och att ett representativt urinprov kunde erhållas efter 24 h. Chizzotti et al. (2008) gjorde också totaluppsamling med kateter under 6, 9, 12, 15, 18, 21 och 24 h. Där blev slutsatsen att det inte fanns någon skillnad i kreatininsöndringen mellan de olika insamlingsstiderna, inte heller fanns det någon skillnad mellan 24 h totaluppsamling och ett urinstickprov. Sammanfattningsvis anses 24 h totalinsamling med kateter vara tillräckligt och har använts i ett flertal studier (Valadares et al., 1999; Barbosa et al., 2006; Boudra et al., 2012).

Användning av kateter vid totaluppsamlingen kan emellertid ge djuret obehag (Valadares et al., 1999; Cao, 2009). För att öka djurvälståndet och minska infektionsrisken kan totaluppsamlingen istället genomföras med sele. Cao (2009) tog fram en sele där en urinkopp fästs över kons vulva med hjälp av lim. Lascano et al. (2010) hävdar att klistret i sig orsakar obehag för kon genom att skada huden. Istället kom han fram med en modifiering av den urinuppsamlingssele som Cao (2009) använt. Konstruktionen är sådan att urinkoppen inte behöver fästas över vulvan med lim utan själva selen håller koppen på plats. Det gör selen mer anpassad att användas i längre urinuppsamlingsstudier enligt Lascano et al. (2010).

Vid en totaluppsamling måste den urin som kontinuerligt samlats in förvaras på rätt sätt fram tills uppsamlingskärnen ska tömmas och proverna frysas ned. I en studie gjord av Knowlton et al. (2010) jämfördes tre sätt att förvara urinen efter insamling fram tills den skulle frysas ned. Alternativ 1 var förvaring vid pH över 2, alternativ 2 förvaring vid pH under 2 och alternativ 3 förvaring i behållare med is runt om. Det fanns ingen skillnad ifall urinen förvarades i pH över eller under 2. Inte heller visade den kylda metoden på någon avvikande skillnad. Ifall det är purinderivat som ska analyseras rekommenderar Chen & Gomes (1992) att urinen bör förvaras vid ett pH under 3 för att inte riskera att purinderivaten bryts ner av bakterier i urinen, och då särskilt urinsyra som är extra känslig för lagring. Ett sätt att sänka pH är att tillsätta syra innan lagring.

## Stickprov av urin

Ett alternativ till totaluppsamling är användningen av urinstickprov, vilket är en metod som både sparar tid och kostnader samtidigt som eventuella obehag för djuren minskas (Dewhurst et al. 1996; Barbosa et al., 2006). Stickprovet tas ut genom att stimulera kons vulva så att hon urinerar (Shingfield & Offer, 1998), och genom att analysera sammansättningen i urinen kan utsöndringen av kreatinin (mg/kg kroppsvikt) användas för att skatta urinvolymen (Barbosa et al., 2006). Studier har genomförts för att jämföra säkerheten med urinstickprov i jämförelse med totaluppsamling. Boudra et al. (2012) jämförde en totaluppsamling av urin under 24 h med urinstickprov tagna under 5 dygn. Resultatet visade inte någon skillnad mellan uppsamlingsmetoderna i nivåerna av allantoin och urinsyra. Valadares et al. (1999) och Chizzotti et al. (2008) har inte heller någon märkbar skillnad mellan metoderna. Enligt Shingfield & Offer (1998) är det bättre att samla upp ett flertal stickprov under ett dygn än färre prov under flera dygn för att öka säkerheten på resultatet. Att säkerheten minskar med färre prov under längre tid beror på att nivåerna av purinderivat och kreatinin varierar beroende på tid för insamling och den individuella skillnaden i kreatininutsöndring (Shingfield & Offer, 1998; Whigfield & Offer, 1998; Eriksson et al., 2009). Andra faktorer som mellan dygn och foderbehandling hade inte någon inverkan på utsöndringen (Shingfield & Offer, 1998).

## Material och metod

På Götala nöt- och lammköttscentrum genomfördes en totaluppsamling av urin under stallperioden 2013/2014 och ett foderförsök under 2012/2013. De benämns nedan som försök 1 och försök 2. Götala är SLUs forskningsstation för nöt- och lammköttproduktion och ligger beläget ett par kilometer utanför Skara.

## Djurmateriel och inhysning

### Försök 1

I försöket genomfördes en totaluppsamling av urin på 36 lågdräktiga dikor av rasen hereford, med en medelvikt på  $729 \pm 82$  kg (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse). Samtliga kor befann sig i sjätte till sjunde dräktighetsmånaden. Korna var uppdelade på fyra olika grovfoder under försöket. Under totaluppsamlingen hölls korna i ett uppbundet system på båspall. Strömaterialet bestod under försökets första tredjedel av kutterspån vilket sedan byttes ut mot torv. Utgödslingen skedde manuellt.

Korna i totaluppsamlingen ingick samtidigt i ett utfodringsförsök med fyra olika foder som pågick under dräktighet och början av laktation. Kornas medelvikt vid försökets början var  $694 \pm 84$  kg. Korna grupperades efter beräknad kalvningstidpunkt: tidig, medel och sen, vilket påverkade vid vilken tidpunkt totaluppsamlingen gjordes.

### Försök 2

Försöket genomfördes på lågdräktiga dikor, vilka utfodrades med tre olika grovfoder i fri tillgång. Djurmaterialet bestod av 24 kor vardera av raserna hereford och charolais, där medelvikten var  $689 \pm 74$  kg för hereford och  $766 \pm 74$  kg för charolais. Korna var i medeltal fyra år gamla och befann sig i dräktighetsmånad tre till sex under försöket. Uppstallningen skedde i ett oisolerat lösdriftsstall i tolv boxar som bestod av skrapgång och djupströbädd på vetehalm. I varje box hölls fyra kor av samma ras och inom ras skedde fördelningen till boxarna slumpmässigt.

## Experimentell design

### Försök 1

I vardera av de tre kalvningsgrupperna (tidig, medel och sen) var det tolv kor. De fyra försöksfodren var fördelade så att tre kor åt av respektive foder i varje kalvningsgrupp. Då antalet båsplatser var begränsad delades kalvningsgrupperna upp i två delgrupper (tidig 1, tidig 2, medel 1, medel 2, sen 1 och sen 2) med sex kor i vardera grupp.

Totaluppsamlingen pågick under fyra dagar för varje delgrupp. Dag 1 var en tillvänjningsperiod där djuren fick vänja sig vid att stå uppbundna. Under dag 2 sattes urinuppsamlingssealar (figur 1) på under förmiddagen för att vänja kon vid selen innan urinuppsamlingen påbörjades. Totaluppsamlingen av urin startade kl 18:00 dag 2 och avslutades kl 18:00 dag 4 och pågick därmed på individnivå under 48 h.

### Försök 2

Försöket var utformat som en dubbel 3 x 3 romersk kvadrat, där effekt av kvadrat motsvarade effekt av ras. Studien var uppdelad på tre perioder och boxarna fördelades slumpmässigt till ett försöksfoder per period. Under varje försöksperiod utfodrades två grupper av respektive ras med ett av de tre försöksfodren (tabell 3). Det resulterade i att alla kor när försöket var slut hade ätit samtliga tre grovfoder. Varje försöksperiod varade i 21 dagar, uppdelat i en 14-dagars tillvänjningsperiod och en 7-dagars datainsamlingsperiod.

Tabell 3. Schematisk beskrivning av försöksupplägget för försök 2 där två raser av dikor utfodrades med tre försöksfoder under tre försöksperioder.

Grupp	C1	H1	C2	H2	C3	H3	C4	H4	C5	H5	C6	H6
Period 1	He	He	He	He	G	G	G	G	R	R	R	R
Period 2	G	G	R	R	R	R	He	He	He	He	G	G
Period 3	R	R	G	G	He	He	R	R	G	G	He	He

C= charolais, H=hereford, He=helsäd havre, G=gräs, R=rörflen

## Foderstater

### Försök 1

De fyra försöksfodren var gräs-, hykor-, rörflensensilage och kornhalm. Samtliga foder i försöket förtorkades och pressades i rundbalar. Gräsvall, hykor och rörflen var sent skördade och ensilerades med tillsatsmedlet Kofasil LP (ADDCON Europe GmbH, 2014) vid pressning, med en dosering på två liter per ton grönmassa. Åtta lager plast användes på samtliga ensilagebalar. Gräsvallen bestod av en blandning av främst timotej, rajgräs, ängsvingel och hundäxing. Hykor och rörflen var insädda i renbestånd. Gräs, hykor och rörflen skördades 7-9 juli, medan halmen skördades under hösten i samband med spannmålsskörd.

Korna hade fri tillgång på grovfoder beräknat till 110 % av det dagliga intaget (individuellt utfodrat) samt fri tillgång till vatten och saltsten. För att få fram ett homogent foder med liknande partikellängd mixades fodret i en foderblandare innan utfodring. Utfodringen skedde manuellt en gång per dag. De kor som utfodrades med kornhalm fick även 0,55 kg rapsmjöl per dag. Den tidiga kalvningsgruppen fick inga extra mineraler under totaluppsamlingen,

medan korna i grupp medel och sen utfodrades med mineraler enligt följande beskrivning. Kor vilka utfodrades med rörfen och gräsvall fick 100 g per ko och dag av det vitaminberikade mineralfodret Effekt Kalva (Lantmännen, 2013) strött över fodret i krubban. Till halm och hykor blandades det vitaminberikade mineralfodret Sin CAB med extra svavelinnehåll (8,3 %) (Svenska foder, 2013) in i fodren direkt vid hackningen i foderblandaren. Mineralerna tillsattes per kg ts foder i en mängd som i medeltal skulle motsvara cirka 100 g dagligt intag för korna när de fick fri tillgång på foder.

Till hykor och kornhalmen tillsattes även urea vid hackningen av fodren i foderblandaren. Hykor kompletterades med urea på grund av sitt negativa värde på PBV (proteinbalans i vommen) (-46 g/kg ts) och kornhalmen på grund av sitt låga råproteininnehåll (65 g/kg ts). Urea tillsattes fodren i en mängd per kg ts som i medeltal skulle motsvara ett dagligt intag på 90 g urea per ko och dag vid fri tillgång på fodren. Både urea och mineralerna löstes upp i 20 liter vatten innan de hälldes i foderblandaren.

## Försök 2

De tre försöksfodren bestod av ett gräs/klöverensilage (10 % klöver), helsädesensilage på havre och rörfensensilage. Samtliga foder var skördade i ett sent utvecklingsstadium. Gräs/klöverensilaget och rörfensensilaget skördades i blomning den 28 juni respektive 4 juli. Helsäden skördades i sen degmognad den 12 augusti. Alla foder ensilerades som rundbalar, där två liter av ensileringsmedlet Kofasil Ultra K (ADDCON Europe GmbH, 2014) tillsattes för varje ton färsk gröda i samband med pressning.

Korna hade fri tillgång på vatten, saltsten och foder. Fodret tilldelades två gånger per dag (08:00 och 14:00) och gavs i fri tillgång som beräknades till 110 % av kornas dagliga intag. Likt försök 1 mixades fodren i foderblandare innan utfodring. Den vitaminberikade mineralblandningen Deltamin Sin (Svenska Foder) med extra svavel (3,5 %) spreds dagligen över fodret i krubban med en dosering av 100 g per ko och dag. Helsädesensilaget kompletterades med 60 g urea/ko och dag på grund av dess låga innehåll av råprotein (45 g/kg ts). Den dagliga dosen av urea per box (240 g) löstes upp i åtta liter vatten och hälldes över helsädesensilaget i krubban.

## Datainsamling och kemiska analyser

### Försök 1

Innan totaluppsamlingen startade vägdes och hullbedömdes samtliga kor (Eversole et al., 2009). Under försöket registrerades den dagliga foderkonsumtionen på individnivå genom att subtrahera den utfodrade givan med foderresterna nästkommande dag. Foderprover togs på rapsmjölet, utfodrat foder samt rester från tre utfodringar. Proverna sammanslogs därefter till ett prov per ko och skickas iväg för analys av näringsämnen.

Utrustningen för att samla upp urinen bestod av urinuppsamlingssealar och plastdunkar. Urinselarna hade sedan tidigare ingått i urinuppsamlingsförsök vid SLU och ansågs säkra att använda. Selarna bestod av fyra delar (figur 1): loka, sadelgjord, bakstycke och uppsamlingsorgan. De tre första delarna var fästa till varandra med ett antal naturgummiremmar. När totaluppsamlingen påbörjades fästes själva uppsamlingsorganet över kons vulva. Organet var ihopkopplat med en plastslang av dammsugarkaraktär vilken sedan anslöts till en plastdunk med hjälp av silvertejp. När kon kissade rann urinen via uppsamlingsorganet och plastslangen ner till den på golvet liggande dunken.





*Figur 1. Urinuppsamlingsseleens olika delar: (1) loka, (2) sadelgjord, (3) bakstycke, (4) uppsamlingsorgan.*

Urinuppsamlingen skedde kontinuerligt fördelat i fyra 12-h intervall, kl 18:00 – 06:00 och 06:00-18:00. Urinprov togs således ut efter 12, 24, 36 och 48 h. En dunk kopplades till varje sele vid uppsamlingens start kl 18:00. Här noterades dunknummer för att kunna härleda rätt dunk till rätt ko i protokollet. Dunkarna innehöll vid starten av respektive 12-h intervall 500 eller 1000 ml 1.8 M svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 10 % syra). Efter delgrupperna tidig 1 och 2 höjdes syradosen från 500 till 1000 ml för resterande delgrupper. Syran tillsattes för att sänka pH i urinen, och doserades med hjälp av våg och vikten noterades i protokollet. Efter varje 12-h intervall byttes dunkarna ut och det nya dunknumret noterades. Vid de tillfällen som urinselen läckte har läckagets volym uppskattats och urinvolymen för det 12-h intervallet har korrigerats.

Därefter mättes urinvolymen (urin + syra) upp med hjälp av volymrör. Eventuella kristaller i urinen krossades noga och blandades ut med övrig vätska innan urinprov togs för att få ett representativt prov. Urinprovet fylldes upp i en 200 ml plastburk och burken märktes med kons ID-nummer samt provtagningstidpunkt. Urinprovet frystes snabbt ner och därefter mättes under den tidiga kalvningsomgången pH med pH-mätare för att säkerställa att pH var  $< 3$ . Det gjordes inte för delgrupperna medel och sen, på grund utav att den ökade syradosen från 500 till 1000 ml per dunk ansågs säkerställa ett lågt pH. Totalt blev det fyra urinprov per ko och 48 h intervall undantaget de 12 h perioder där kon inte urinerat. Protokoll fördes över alla avvikelser t.ex. förekomst av kristaller, träckföroreningar, urinläckage från selar etc. Urindunkarna tvättades med varmt vatten och sköljdes med destillerat vatten innan de återanvändes i försöket. Selar och urindunkar rengjordes mellan varje ko.

Samtliga foder- och restprover skickades till LKS mbh i Lichtenwalde, Tyskland, för analys av NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber), ADL (acid detergent lignin), aska och råprotein. Analys av NDF, ADF och ADL gjordes på torkat ( $60^\circ \text{C}$  under 24 h) och malet prov i med hjälp av Fiber Tec (LKS, 2006a; 2007; 2011). De ensilerade fodren analyserades på sina fermentationsprodukter (syror, alkoholer och ammoniak) samt socker och pH. Analysen gjordes på 50 g pressaft från respektive foder. Flyktiga fettsyror

(mjölksyra, ättiksyra, propionsyra, smörsyra) och etanol bestämdes genom gaskromatografi såsom beskrivits av Weiss (2001). Ammoniakkoncentrationen bestämdes fotometriskt med Scalar (CFSA, 2004) baserat på Berthelot-reaktionen. Innehållet av socker bestämdes med hjälp av anthrone-metoden i enligt med Lengerken and Zimmermann (1991). Fastställande av pH genomfördes potentiometriskt med en kalibrerad pH-elektrod. Mjölksyra analyserades med HPLC (High Performance Liquid Chromatography) metoden enligt Weiss & Kaiser (1995). Vomvätskelöslig organisk substans, VOS, analyserades på samtliga grovfoder, då på ett malet prov torkat i 24 h i 60° C (Lindgren, 1979; 1983; 1988). Totalt innehåll av kväve analyserades på samtliga försöksfoder enligt Kjeldahls metod och råproteininnehållet räknades fram genom att multiplicera kväveinnehållet med 6,25. Andelen smältbart råprotein beräknades med hjälp av råproteininnehållet enligt Pålson, (1973). Bestämningen av aska gjordes på samtliga foder vid 525° C i 16 h.

Analys av urinprov genomfördes med HPLC (LKS, 2013) för att få fram innehållet av allantoin, urinsyra och kreatinin. Innehållet av urea analyserades enligt LKS (2006b). Innehållet av kväve togs fram med samma metod som beskrivet i stycket ovan.

## Försök 2

Samtliga kor vägdes i början och i slutet av varje försöksperiod. Foderintaget registrerades dagligen på boxnivå och beräknades som utfodrad mängd minus mängden restfoder. Foderprover togs dagligen ut på boxnivå under respektive försöksperiods sista sju dagar (datainsamlingsperiod). Foderproven slogs sedan samman till ett samlingsprov per foder och period. Det togs även dagligen prov på resterna från respektive box som sedan sammanslogs till ett samlingsprov per box och period. Från varje samlingsprov togs det ut prover för näringsanalys. Alla foderprover förvarades i -20° C fram till analys.

Träckprov (ca 200 g) togs på individnivå under de första fem dagarna i datainsamlingsperioden. Därefter sammanslogs träckproverna till ett prov per box och period och lagrades i -20° C fram till analys. Urinstickprov togs på individnivå vid två tidpunkter under en av dagarna i datainsamlingsperioden, kl 06:00 och 13:00. Mängden urin var 40 ml och den blandades direkt efter insamling ut med 160 ml 0,072 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> och frystes ner för analys. Innan analys sammanslogs de två urinstickproven till ett prov per ko och period.

Hygienisk analys utfördes på samtliga foderprover, där analys av fermentationsprodukter (syror, alkoholer och ammonium) genomfördes på samma sätt som beskrivet i försök 1.

Helsäden analyserades för stärkelseinnehåll på malet prov torkat under 24 h i 60°C. Stärkelse analyserades genom en enzymatisk metod där stärkelsen bröts ner med hjälp av amylas och därefter analyserades för innehåll av glukos. Den fria glukosen subtraherades och ingick inte i stärkelsen (Larsson & Bengtsson, 1983). Gräs och rörflen analyserade för VOS-innehåll vilket genomfördes på malet prov torkat under 24 h i 60° C (Lindgren 1979, 1983, 1988). Helsäd analyserades (torkat prov i 24 h i 60° C) med IVOS (in vitro vomvätskelöslig organisk substans)-metoden enligt Tilley and Terry (1963). Koncentrationen av iNDF (osmältbar NDF) bestämdes för samtliga foder på torkat prov (24 h i 60° C) som malts med en sällstorlek på 1,5 mm. De malda proven vägdes in i nylonpåsar och inkuberades *in situ* i två vomfistulerade kor i 288 h enligt NorFor. Foderresterna efter 288 h inkubering tvättades därefter i maskin och torkades innan analys av NDF, som betecknas som iNDF (Nordheim et al. 2007). Analyserna på iNDF, VOS och stärkelse utfördes vid Lövesta forskningscentrum och Kungsängens forskningslaboratorium, SLU, Uppsala. NDF, ADF och ADL analyserades på samtliga foder på malet prov torkat under 24 h i 60° C. Det askfria innehållet av NDF, ADF och ADL analyserades sekventiellt med hjälp av filterpåsar i en Ankom-apparat (ANKOM200, 65 rpm

agitation, Ankom Technology, Fairport, NY) enligt Van Soest et al. (1991). Analysen modifierades genom att tillsätta termostabilt  $\alpha$ -amylas 173 (Novozymes, Bagsvaerd, Danmark) under kokning med en neutral detergent. Råproteinhalten och andelen smältbart råprotein i försöksfodren analyserades enligt samma metod som i försök 1. Bestämningen av aska gjordes på samtliga foder vid 525° C i 16 h.

Samtliga urinprov analyserades i Tyskland för koncentration av allantoin, urinsyra, hippursyra, urea, totalt kväve och kreatinin på samma sätt som i försök 1.

För korna i försök 1 beräknades genomsnittlig utsöndring av kreatinin per kg kroppsvikt.. Detta medelvärde användes för att räkna ut daglig urinproduktion och daglig utsöndringen av de olika urinparametrarna för korna i försök 2 enligt formeln nedan:

$$\text{Urinvolym (l)} = \frac{\text{Kroppsvikt (kg)} * \text{Kreatininutsöndring (mg/kg kroppsvikt)}}{\text{Kreatininkoncentration i urin (mg/l)}}$$

## Statistisk analys

### Försök 1

Data på intag av ts, råprotein, smältbart råprotein, kreatininutsöndring per kg kroppsvikt och urinparametrar analyserades med proceduren Mixed i SAS ® (SAS system for Windows, release 9.3; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Samtliga variabler analyserades på individnivå. Den statistiska modellen som användes var;

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_{k(j)} + e_{ijk}$$

där  $y_{ijk}$  = beroende variabel,  $\mu$  = medelvärde,  $\alpha_i$  = fix effekt av foder, ( $i = 1, 2, 3, 4$ ),  $\beta_j$  = fix effekt av grupp ( $j = 1, 2, 3$ ),  $c_{k(j)}$  = slumpmässig effekt av delgrupp inom grupp ( $k = 1, 2$ ),  $e_{ijk}$  = residualfel. Skillnaderna mellan foder i F-testet ansågs signifikanta vid  $p \leq 0,05$  och en tendens till signifikans vid  $0,5 < p < 0,10$ .

### Försök 2

Data insamlat på intag av ts, NDF, råprotein, smältbart råprotein och daglig utsöndring av olika urinparametrar analyserades med hjälp av proceduren Mixed i SAS ® (SAS system for Windows, release 9.3; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Samtliga variabler analyserades på boxnivå och den experimentella enheten är därför box. Tre typer av foder användes i försöket och den statistiska modellen som användes ses nedan:

$$y_{hijkl} = \mu + \pi_h + r_i + \tau_j + \gamma_k + (r\tau)_{ij} + (\pi\tau)_{hj} + s_{l(i)} + e_{ijkl}$$

där  $y_{hijkl}$  = beroende variabel,  $\mu$  = medelvärde,  $\pi_h$  = fix effekt av period ( $h=1,2, 3$ ),  $r_i$  = fix effekt av ras ( $i=1,2$ ),  $\tau_j$  = fix effekt av foder ( $j=1,2,3$ ),  $\gamma_k$  = fix effekt av eftereffekt ( $k=1,2,3$ ),  $s_{l(i)}$  = slumpmässig effekt av box inom ras ( $l = 1$  till 6),  $e_{ijkl}$  = residualfel. Skillnaderna mellan raser och foder i F-testet ansågs signifikanta vid  $p \leq 0,05$  och en tendens till signifikans vid  $0,5 < p < 0,10$ . Parvisa jämförelser mellan behandlingsmedelvärden utfördes med Tukey's test.

# Resultat

## Försök 1

### Foder

Näringsinnehållet för de fyra försöksfodren som användes under försök 1 redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Medel över de tre kalvningsgruppernas försöksfoders näringsinnehåll i försök 1 samt rapsmjöl, vilket utfodrades tillsammans med halm (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse).

	Gräs	Hykor	Rörflen	Halm	Rapsmjöl
Ts, %	45,6 $\pm$ 31,2	36,5 $\pm$ 7,56	45,2 $\pm$ 28,7	79,3 $\pm$ 7,8	86,9
Omsättbar energi, MJ/kg ts	8,8 $\pm$ 0,6	9,8 $\pm$ 0,2	7,3 $\pm$ 0,04	7,0 $\pm$ 0,1	12,4
VOS, %	69,7 $\pm$ 3,19	76,6 $\pm$ 1,97	59,6 $\pm$ 0,17	61,3 $\pm$ 0,58	-
<b>Kemisk sammansättning</b>					
Aska, g/kg ts	57 $\pm$ 3,1	67 $\pm$ 0,9	42 $\pm$ 2,9	52 $\pm$ 3,7	69
Råprotein, g/kg ts	113 $\pm$ 15,4	96 $\pm$ 1,23	116 $\pm$ 12,2	65 $\pm$ 6,4	389
Smältbart råprotein, g/kg ts <sup>1,2</sup>	68 $\pm$ 11	58 $\pm$ 0,9	84 $\pm$ 0,7	0 <sup>2</sup>	160,7
NDF, g/kg ts	564 $\pm$ 10,1	518 $\pm$ 8,25	654 $\pm$ 17,2	794 $\pm$ 23,3	289
ADF, g/kg ts	330 $\pm$ 7,5	293 $\pm$ 6,5	395 $\pm$ 23,8	451 $\pm$ 12,4	-
ADL, g/kg ts	42 $\pm$ 5,1	33 $\pm$ 2,7	57 $\pm$ 7,3	62 $\pm$ 4,5	-
<b>Fermentationsprodukter</b>					
Ammoniumkväve, % av total N	9,51 $\pm$ 3,07	12,02 $\pm$ 2,88	8,17 $\pm$ 0,26	-	-
Mjölksyra, % av ts	1,66 $\pm$ 0,27	3,18 $\pm$ 0,26	2,29 $\pm$ 0,93	-	-
Ättiksyra, % av ts	0,75 $\pm$ 0,09	1,09 $\pm$ 0,07	0,86 $\pm$ 0,05	-	-
Propionsyra, % av ts	0,01 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,001	0	-	-
Smörsyra, % av ts	0,04 $\pm$ 0,06	0,02 $\pm$ 0,002	0	-	-
Etanol, % av ts	1,09 $\pm$ 0,37	0,67 $\pm$ 0,05	0,51 $\pm$ 0,15	-	-
Socker, % av ts	14,5 $\pm$ 8,26	20,6 $\pm$ 2,25	10,5 $\pm$ 6,88	-	-
pH	4,78 $\pm$ 0,06	4,51 $\pm$ 0,06	4,68 $\pm$ 0,20	-	-

VOS= vomvätskelöslig organisk substans, IVOS = in vitro vomvätskelöslig organisk substans, NDF= neutral detergent fiber, ADF=acid detergent fiber, ADL= acid detergent lignin, <sup>1</sup> Pålson, 1973, <sup>2</sup> Spörndly, 2003.

Nedan i tabell 5 redovisas det dagliga intaget av urea vilket tilldelades de kor som utfodrades med hykor eller halm.

Tabell 5. Medel över de tre kalvningsgruppernas dagliga intag av urea, råprotein och smältbart råprotein från urea (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse).

	<b>Hykor</b>	<b>Halm</b>
Intag urea, g/dag	76 $\pm$ 18	64 $\pm$ 18
Råprotein g/dag	220 $\pm$ 54	185 $\pm$ 52
Smältbart råprotein g/dag	176 $\pm$ 43	148 $\pm$ 41

#### Effekt av foder

Ts-intaget var högst för gräs och hykor, följt av rörflen och därefter av halm (tabell 6). Samma förhållanden gällde för ts-intaget i procent av levandevikten, förutom att korna som utfodrades med hykor och rörflen inte skilde sig från varandra. Intaget av kväve (g/dag) innefattar kväveintaget från grovfoder samt urea på hykor och urea och rapsmjöl på halmen. Intaget av kväve var högre för de tre gräsensilagen än för halm. För det dagliga intaget av råprotein från enbart grovfoder registrerade det högsta värdena för gräs och rörflen därefter följt av hykor och det lägsta värdet registrerades för halmen. Vid tillägg av råprotein via urea till hykor och via urea och raps till halm, blir förhållandena att det dagliga intaget av råprotein inte skiljer sig mellan gräs, rörflen och hykor. Dock skiljer sig halmen från de andra fodren genom att den gav ett lågt intag av råprotein. Vid intag av smältbart råprotein är signifikansnivån densamma mellan fodren oavsett ifall smältbart råprotein från urea och/eller raps är adderat eller inte. De högsta intaget av smältbart råprotein registrerades på gräs och rörflen vilka var högre än för hykor, vilken i sin tur var högre än för halm.

Tabell 6. Effekt av försöksfoder på dagligt intag av ts, kväve, råprotein (Rp) och smältbart råprotein (smb Rp).

	<b>Halm</b>	<b>Hykor</b>	<b>Rörflen</b>	<b>Gräs</b>	<b>SEM</b>	<b><i>p</i>-värde</b>
Ts, kg/d	5,99 <sup>c</sup>	11,4 <sup>a</sup>	9,10 <sup>b</sup>	11,9 <sup>a</sup>	0,69	***
Ts i % av levande vikt	0,85 <sup>c</sup>	1,45 <sup>a,b</sup>	1,32 <sup>b</sup>	1,71 <sup>a</sup>	0,001	***
Kväve, g/d	93,5 <sup>b</sup>	172 <sup>a</sup>	178 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	12,3	***
Rp GF, g/d	173 <sup>c</sup>	869 <sup>b</sup>	1147 <sup>a</sup>	1260 <sup>a</sup>	67,2	***
Rp GF + U, g/d	351 <sup>b</sup>	1081 <sup>a</sup>	1154 <sup>a</sup>	1268 <sup>a</sup>	77,0	***
Rp GF + U + RM, g/d	540 <sup>b</sup>	1081 <sup>a</sup>	1154 <sup>a</sup>	1268 <sup>a</sup>	77,0	***
Smb Rp GF, g/d	0 <sup>c</sup>	463 <sup>b</sup>	798 <sup>a</sup>	808 <sup>a</sup>	48,8	***
Smb Rp GF+U, g/d	104 <sup>c</sup>	631 <sup>b</sup>	805 <sup>a</sup>	815 <sup>a</sup>	54,9	***
Smb Rp GF+U+RM, g/d	264 <sup>c</sup>	631 <sup>b</sup>	805 <sup>a</sup>	815 <sup>a</sup>	54,9	***

\*\*\* $p < 0,001$ , Ts= Torrsubstans, Rp = Råprotein, Smb rp = Smältbart råprotein, GF=Grovfoder, U=Urea, RM=Rapsmjöl, <sup>a,c</sup> medelvärden inom rad är signifikant skilda ( $p < 0,05$ ).

Försöksfodrens inverkan på kons kväveutsöndring i urinen redovisas i tabell 7.

Den största skillnaden i urinvolymer var mellan hykor och halm, där halmens volym var 54 % lägre än hykor. Mellan hykor, rörflen och gräs var skillnaden 35 % till 37,5 %.

Korna som fick rörflen utsöndrade mest kväve i urinen per dag, följt av korna som fick gräs, hykor och till sist halm. Utfodring med rörflen resulterade i den högsta dagliga utsöndringen av urea. Ureautsöndringen på gräs, halm och hykor skilde sig inte från varandra. Urinsyrautsöndringen var högst för hykor följt av gräs, rörflen och halm, vilka inte är skilda från varandra. För allantoin var värdet även här högst för hykor följt av gräs och rörflen. Däremot skilde sig inte rörflen från gräs eller från halm, som hade det lägsta värdet. För både kreatininutsöndring per kg levandevikt och kreatininutsöndring per dag hade hykor det högsta värdet följt av gräs, halm och rörflen, vilka inte skilde sig från varandra. Utsöndringen av purinderivat (allantoin + urinsyra) var högst för hykor följt av gräs, rörflen och halm som inte

skiljde sig från varandra. Korna som utfodrades med halm respektive rörflen utsöndrade en större andel ( $P < 0,001$ ) av det dagliga kväveintaget i urinen (50 % respektive 51 %), jämfört med korna som utfodrades med hykor respektive gräs (39 % respektive 32 %). För kvoten PD:kreatinin var grovfodren inte signifikant skilda från varandra.

Tabell 7. De fyra försöksfodrens effekt på dagliga utsöndring av olika kväveföreningar i urinen, samt vikt och hull.

Behandling	Halm	Hykor	Rörflen	Gräs	SEM	<i>p</i> -värde
Kroppsvikt, kg	719	782	705	710	26,1	ns
Hull (1-9) <sup>1</sup>	5,50	6,02	6,03	5,92	0,38	ns
Urinvolym, l/d	5,6 <sup>c</sup>	12 <sup>a</sup>	7,5 <sup>b</sup>	7,8 <sup>b</sup>	0,51	***
Kväveutsöndring, g/d	43,1 <sup>c</sup>	61,6 <sup>b</sup>	91,9 <sup>a</sup>	67,5 <sup>b</sup>	6,85	***
Urea, g/d	58,5 <sup>b</sup>	56,0 <sup>b</sup>	131 <sup>a</sup>	69,3 <sup>b</sup>	9,32	***
Urinsyra, g/d	1,45 <sup>b</sup>	2,75 <sup>a</sup>	0,92 <sup>b</sup>	1,81 <sup>a,b</sup>	0,62	**
Allantoin, g/d	15,0 <sup>c</sup>	34,2 <sup>a</sup>	17,6 <sup>b,c</sup>	23,5 <sup>b</sup>	2,68	***
Kreatinin, mg/kg levandevikt	22,3 <sup>b</sup>	29,8 <sup>a</sup>	20,7 <sup>b</sup>	23,2 <sup>b</sup>	1,75	**
Kreatinin, g/d	15,6 <sup>b</sup>	23,4 <sup>a</sup>	14,8 <sup>b</sup>	16,6 <sup>b</sup>	1,50	**
Purinderivat, g/d	17,0 <sup>b</sup>	37,3 <sup>a</sup>	17,9 <sup>b</sup>	24,9 <sup>b</sup>	3,21	***
PD:Kreatinin	0,88	1,02	1,14	1,05	0,11	ns

\*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , ns = icke signifikant ( $p > 0,10$ ). <sup>1</sup> Eversole et al, 2009, PD=purinderivat, <sup>a-c</sup> medelvärden inom rad är signifikant skilda ( $p < 0,05$ ).

#### Effekt av grupp

Det fanns effekt av kalvningsgrupp på parametrarna kreatininutsöndring per dag och kreatininutsöndring per kg kroppsvikt. För de båda parametrarna hade den tidiga gruppen högre värden än grupp medel och sen (tabell 8).

Tabell 8. Effekt av grupp på kreatininutsöndring mg/kg kroppsvikt och g/dag.

Grupp	Tidig	Medel	Sen	SEM	<i>p</i> -värde
Levande vikt	710	718	758	22,6	ns
Hull	6,15	5,73	5,73	0,52	ns
Kreatinin, mg/kg levande vikt	32,0 <sup>a</sup>	19,9 <sup>b</sup>	20,1 <sup>b</sup>	1,75	*
Kreatinin, g/dag	23,2 <sup>a</sup>	14,3 <sup>b</sup>	15,4 <sup>b</sup>	1,30	*

\*  $p < 0,05$ , ns = icke signifikant ( $p > 0,10$ ), <sup>a-b</sup> medelvärden inom rad är signifikant skilda ( $p < 0,05$ ).

## Försök 2

### Foder

De tre försöksfodrens näringsinnehåll är sammanställt i tabell 9.

Tabell 9. De tre försöksfodrens medelvärden över näringsinnehållet under de tre försöksperioderna i försök 2 (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse).

	Gräs	Helsäd	Rörflen
Ts, %	45,8 $\pm$ 2,0	43,8 $\pm$ 0,8	52,6 $\pm$ 2,4
VOS, %	76,8 $\pm$ 1,5	-	62,9 $\pm$ 1,9
IVOS, %	-	50,1 $\pm$ 0,3	-
<b>Kemisk sammansättning</b>			
Aska, g/kg ts	60,2 $\pm$ 6,1	61,6 $\pm$ 5,6	40,1 $\pm$ 4,6
Råprotein, %	8,3 $\pm$ 0,4	4,5 $\pm$ 0,5	11,9 $\pm$ 0,1
Smältbart råprotein, g/kg ts <sup>1</sup>	46 $\pm$ 3	11 $\pm$ 4	80 $\pm$ 1
NDF, %	59,0 $\pm$ 2,0	54,6 $\pm$ 5,6	65,1 $\pm$ 1,1
ADF, %	35,1 $\pm$ 1,4	32,7 $\pm$ 4,3	38,4 $\pm$ 0,3
ADL, %	4,53 $\pm$ 0,6	4,15 $\pm$ 0,2	5,75 $\pm$ 1,0
iNDF, g/kg NDF <sup>2</sup>	222 $\pm$ 10,0	343 $\pm$ 21,9	311 $\pm$ 3,0
iNDF, g/kg ts	134 $\pm$ 4,4	198 $\pm$ 1,6	206 $\pm$ 5,8
Stärkelse, g/kg ts	-	103,0 $\pm$ 2,86	-
<b>Fermentationsprodukter</b>			
NH <sub>3</sub> -N, % av total N	9,4 $\pm$ 0,8	8,4 $\pm$ 0,6	8,8 $\pm$ 1,4
Mjölksyra, % av ts	3,51 $\pm$ 0,57	2,63 $\pm$ 0,39	1,35 $\pm$ 0,65
Ättiksyra, % av ts	0,88 $\pm$ 0,14	0,65 $\pm$ 0,03	0,44 $\pm$ 0,07
Etanol, % av ts	0,34 $\pm$ 0,04	0,19 $\pm$ 0,003	0,19 $\pm$ 0,02
Socket, % av ts	12,6 $\pm$ 2,2	4,0 $\pm$ 0,5	6,7 $\pm$ 1,2
pH	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,0	5,1 $\pm$ 0,5

VOS= vomvätskelöslig organisk substans, IVOS = in vitro vomvätskelöslig organisk substans, NDF= neutral detergent fiber, ADF=acid detergent fiber, ADL= acid detergent lignin, iNDF= osmältbar NDF, <sup>1</sup> Pålson, 1973, <sup>2</sup>Uträknat från NDF-analys gjord på Kungsängen.

### Effekt av foder och ras

Effekten av ras och foder på det dagliga intaget av olika parametrar redovisas i tabell 10.

Ts-intaget var störst för gräs följt av helsäd och rörflen och NDF-intaget var högst för gräs följt av rörflen och helsäd. För iNDF-intaget kom däremot det högsta intaget från helsäd följt av rörflen och gräs. Intaget av kväve, råprotein och smältbart råprotein var samtliga högst för rörflen, därefter kom gräs och sedan helsäd. Urea tillsattes till de kor som utfodrades med helsäd, vilket bidrog med 13 g ( $\pm$  1) råprotein per kg ts helsäd (medel över de tre perioderna), vilket motsvarade 30 g ( $\pm$  2) smältbart råprotein per kg ts. Det dagliga intaget av urea var i snitt över de tre perioderna och över raserna 54 ( $\pm$  1) g per ko och dag. Charolais hade det högsta dagliga intaget för samtliga parametrar.

Tabell 10. Huvudeffekter av foder (medel över två raser och tre perioder) och ras (medel över tre foder och tre perioder) på dagligt intag av TS, NDF, kväve, råprotein (Rp) och smältbart råprotein (smb Rp) hos dikor.

	Foder			Ras					
	G	He	R	Charolais	Hereford	SEM Foder	SEM Ras	p<värde Foder	p<värde Ras
Ts, kg/d	14,9 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	11,5 <sup>c</sup>	13,5 <sup>a</sup>	12,5 <sup>b</sup>	0,14	0,17	***	***
NDF, kg/d	8,82 <sup>a</sup>	6,7 <sup>c</sup>	7,52 <sup>b</sup>	8,01 <sup>a</sup>	7,35 <sup>b</sup>	0,08	0,08	***	***
iNDF, kg/d	2,0 <sup>c</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,37 <sup>b</sup>	2,37 <sup>a</sup>	2,18 <sup>b</sup>	0,02	0,30	***	***
Kväve, g/d	197 <sup>b</sup>	113 <sup>c</sup>	221 <sup>a</sup>	185 <sup>a</sup>	170 <sup>b</sup>	2,0	2,4	***	**
Rp, g/d	1230 <sup>b</sup>	550 <sup>c</sup>	1380 <sup>a</sup>	1100 <sup>a</sup>	1010 <sup>b</sup>	0,01	0,02	***	**
Smb rp, g/d <sup>d</sup>	690 <sup>b</sup>	140 <sup>c</sup>	934 <sup>a</sup>	611 <sup>a</sup>	566 <sup>b</sup>	7,9	8,63	***	**

\*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , G=gräs, He=helsäd havre, R=rörflen, Ts=torrsustans, NDF=neutral detergent fiber, iNDF= osmältbar NDF, Rp=råprotein, Smb rp =smältbart råprotein, <sup>a-c</sup> medelvärden inom rad är signifikant skilda ( $p < 0,05$ ). <sup>d</sup> samspel mellan foder och ras.

Foder påverkade såväl daglig urinproduktion som daglig utsöndring av alla de studerade kväveföreningarna i urinen (tabell 11). Gräs gav en högre urinvolum jämfört med övriga foder. För parametrarna kväve, urea och urea-kväve (urea N) var värdena högre för rörflen än för gräs, vilket i sin tur var högre än för helsäd. För urinsyra var utsöndringen högre för gräs än för helsäd och rörflen. För allantoin, kreatinin, purinderivat (allantoin + urinsyra) och PD:kreatinin var storleksförhållandena densamma. Där gräs hade högre värde än helsäd som i sin tur hade högre värde än rörflen. Det fanns även ett samspel mellan ras och foder för den dagliga utsöndringen av kväve ( $p=0,025$ ). För både hereford och charolais var den dagliga utsöndringen av kväve högst på rörflen, följt av gräs och helsäd. Skillnaden i daglig kväveutsöndring var dock större mellan raserna när de utfodrades med rörflen (11,7 g/dag) jämfört med när de fick helsäd (3,3 g/dag) eller gräs (3,8 g/dag).

För råproteininnehållet i träck kunde endast en tendens till skillnad mellan fodren påvisas, där det högsta värdet uppmättes för rörflen på (9,8 g/dag) och därefter helsäd (8,7 g/dag) och lägst värde för gräs (8,4 g/dag). För andelen intaget kväve som utsöndras i urinen fanns en effekt av foder ( $p < 0,001$ ) där det högsta värdet uppmättes för rörflen, där 40 % av intaget kväve utsöndrades i urinen. Rörflen följdes av helsäden på 33 % och var lägst för gräs på 27 %.

Tabell 11. De tre försöksfodrens effekt på dagliga utsöndring av olika kväveföreningar i urinen.

Foder	Gräs	Helsäd	Rörflen	SEM	p-värde
Urinvolym, l/d	9,5 <sup>a</sup>	6,4 <sup>b</sup>	7,1 <sup>b</sup>	0,6	***
Kväve, g/d	52,0 <sup>b</sup>	35,2 <sup>c</sup>	86,9 <sup>a</sup>	3,03	***
Urea, g/d	46,3 <sup>b</sup>	32,5 <sup>c</sup>	126 <sup>a</sup>	4,27	***
Urea N, g/d	21,5 <sup>b</sup>	15,2 <sup>c</sup>	58,64 <sup>a</sup>	1,99	***
Urinsyra, g/d	3,08 <sup>a</sup>	2,22 <sup>b</sup>	2,42 <sup>b</sup>	0,21	***
Allantoin, g/d	21,6 <sup>a</sup>	19,5 <sup>b</sup>	16,4 <sup>c</sup>	1,64	***
Kreatinin, g/d	18,1 <sup>a</sup>	17,9 <sup>b</sup>	17,8 <sup>b</sup>	0,12	***
Purinderivat, g/d	24,7 <sup>a</sup>	21,7 <sup>b</sup>	18,8 <sup>c</sup>	1,83	***
PD:Kreatinin	1,36 <sup>a</sup>	1,21 <sup>b</sup>	1,06 <sup>c</sup>	0,10	***

\*\*\*  $p < 0,001$ , <sup>a-c</sup> medelvärden inom rad är signifikant skilda ( $p < 0,05$ ).

Effekt av ras påvisades enbart för daglig utsöndringen av kreatinin ( $p < 0,001$ ), där charolais hade en högre daglig utsöndring (20 g/dag) jämfört med hereford (17 g/dag).



## Diskussion

Under totaluppsamlingen var kornas utsöndring av kreatinin i genomsnitt 24 mg/kg kroppsvikt. Korna som åt hykor var de som skilde sig från de övriga genom att ha en högre utsöndring av kreatinin både i g/dag och mg/kg levandevikt. Enligt litteraturen ska inte typ av grovfoder ha någon inverkan på kreatininutsöndring (Vagnoni et al. 1997; Olivera et al., 2001; Chizzotti et al., 2008). Den enda effekten av foder som påträffats är en ökning i den dagliga utsöndringen vid en koncentratgiva på 50 %, vilket inte är relevant för vår studie där korna enbart (undantaget rapsmjöl till de kor som åt halm) utfodrats med grovfoder. En högre kreatininutsöndring kan bero på att korna befinner sig i negativ energibalans. Då kroppens muskler bryts ner yttras det i en ökad utsöndring av kreatinin (Susmel et al., 1995). Men då hykor är det foder som har det högsta energiinnehållet gav det ett högre energiintag per dag än vad normen rekommenderar (Spörndly, 2003). Med tanken på det höga energiintaget är det inte troligt att hykorkorna befann sig i negativ energibalans. Det går inte heller att härleda den högre kreatininutsöndringen till en högre vikt eller ett lägre hull då det inte fanns någon skillnad mellan de olika fodren.

En annan skillnad som påträffades i försök 1 var en skillnad mellan kalvningsgrupperna (tidig, medel och sen). Där grupp tidig hade en högre utsöndring av kreatinin i g/dag och mg/kg levandevikt än grupp medel och sen. Samtliga kor utsattes för samma behandling, miljö och foder oavsett kalvningsgrupp, vilket gör det svårt att förklara skillnaden mellan grupperna. Det fanns inte någon skillnad i vikt eller hull mellan kalvningsgrupperna. Det enda som skiljer kalvningsgrupperna åt var att syradosen ökades mellan grupp tidig och medel från 500 till 1000 ml vid lagringen av den uppsamlade urinen. Där effekten kan ha varit att pH i urinen sänks ytterligare för kalvningsgrupp medel och sen. I litteraturen har det inte gått att finna ifall pH-nivån har någon påverkan på nivåerna av kreatinin i urinen. Därför går det inte att säga ifall pH-nivån kan ha påverkat resultatet. I övrigt är den enda förklaringen till att skillnaden uppstått den mänskliga faktorn, vilket kan ha påverkat vid hantering och uppsamling av prover samt vid laboratorieanalyser.

I försök 2 fick vi en skillnad i kreatininutsöndringen i g/dag där korna som åt gräs hade en högre utsöndring. Dock var det väldigt små numeriska skillnader mellan fodren och därför är det svårt att säga vad som kan vara orsaken. Men vi fick en skillnad mellan raserna där charolais utsöndrade mer kreatinin g/dag jämfört med hereford (20 respektive 17 g/dag). Den mest sannolika förklaringen är att charolaiskorna hade en högre kroppsvikt (766 kg) jämfört med hereford (689 kg) och därför utsöndrade mer kreatinin per dag. Det går däremot att ifrågasätta om det går att applicera en daglig kreatininutsöndring per kg kroppsvikt som är framtagen på lågdräktiga herefordkor direkt på lågdräktiga charolaiskor. Då kroppsamansättningen generellt skiljer sig åt mellan lätta och tunga raser, där de lätta raserna i regel har en högre fettansättning. Löfgreen & Garrett (1954) fann en korrelation mellan fettansättning och kreatininutsöndring, som visade att nötkreatur med en mindre andel fettansättning hade en högre utsöndring av kreatinin per kg kroppsvikt. I den här studien har djurens fettprocent inte bestämts och därför är det svårt att säga ifall kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt borde antas vara högre för charolais jämfört med hereford.

I tabell 2 ser vi att samma djurkategori skiljer sig åt i kreatininutsöndring per kg kroppsvikt. För lakterande holsteinkor har studier visat på en daglig kreatininutsöndringen från 23,4 till 29,0 mg/kg kroppsvikt. En förklaring till den här variationen skulle kunna vara att korna i de olika studierna befann sig olika långt gångna i dräktigheten. Då dräktighetsintervallet för vuxna dräktiga kor påverkar kreatininutsöndringen genom att ökar i takt med fostrets

utveckling (Albin, 1966). En annan förklaring skulle kunna vara att korna befann sig i olika grad av negativ energibalans (Susmel et al., 1995). Det är vanligt att lakterande kor befinner sig i negativ energibalans framförallt i början av laktationen (Mulligan et al., 2006) och en förklaring skulle därför kunna vara att korna i de olika studierna är olika mycket i negativ energibalans. Den dagliga kreatininutsöndringen för en individ kan relateras till muskelmassan (Hobson, 1939; Lofgreen & Garret, 1954), men det är skillnad på muskelmassa och kroppsvikt. Då olika individer kan ha olika stor andel muskelmassa vid samma kroppsvikt beroende på ålder, kön och ras. Det kan förklara de skillnader i kreatininutsöndring per kg kroppsvikt mellan olika raser och utvecklingsstadium hos nötkreatur som vi kan se i tabell 2.

På grund utav variationen mellan olika djurkategorier och inom samma djurkategori är det viktigt att tänka på vilket kreatininvärde som används när urinvolymen ska räknas fram från ett urinstickprov. Då djurets fysiologiska tillstånd påverkar kreatininutsöndringen t.ex. vid dräktighet (Albin, 1966), tillväxt (Chizzotti et al., 2008) och om djuret är i negativ energibalans (Susmel et al., 1995). Det bästa vore ifall kreatininvärdet är framtaget från en totaluppsamling genomförd på en djurkategori där djurens fysiologiska status är likvärdigt med den djurgrupp urinstickprovet ska tas ifrån. Men om det kan fungera i praktiken är oklart i dagsläget. Då det kräver ett stort antal totaluppsamlingar för att få fram ett säkert värde för varje djurkategori.

Det gick inte att finna någon skillnad i hur stor andel av det konsumerade kvävet som utsöndrats i urinen mellan våra två dikoraser. Men när vi beräknade kväveutsöndringen för de olika fodren blev resultatet i försök 1 att korna som åt halm och rörflen utsöndrade cirka 50 % av det intagna kvävet i urinen, och hade därmed ett lägre kväveutnyttjande jämfört med korna som åt vall och hykor, som utsöndrade 32 respektive 39 % av det konsumerade kvävet. Även i försök 2 utsöndrade rörflen den högsta andelen av det intagna kvävet på 40 %, medan helsäd och gräs utsöndrade 33 respektive 27 %. Kornas lägre kväveutnyttjande på halm och rörflen kan bero på att det inte fanns tillräckligt med smältbara kolhydrater för att mikroberna skulle kunna ta hand om det tillgängliga kvävet i vommen (Dewhurst et al., 1996). En förklaring till skillnaderna i kväveutnyttjandet skulle därmed kunna vara variationerna i smältbarheten på den organiska substansen mellan fodren, som för halm och rörflen var 60 respektive 61 %, jämfört med 70 respektive 77 % för gräs och hykor. Förhållandet mellan energi och protein avgör hur stor andel av kvävet vommikroberna kan ta hand om (Dewhurst et al., 1996). En lägre smältbarhet på fodret innebär att kolhydraterna är mer svårtillgängliga för vommikroberna och därför utsöndras en högre andel av det intagna kvävet i urinen.

När vi studerar det dagliga intaget av kväve i försök 1 är det ingen skillnad mellan gräs, rörflen och hykor. Men korna som åt rörflen hade en högre utsöndring av kväve i urinen i jämförelse med de andra fodren. Detta kan troligen återigen förklaras av den lägre smältbarheten på rörflenet i jämförelse med gräs och hykor, vilket resulterade i ett överskott av kväve i vommen som inte kunde användas av mikroberna och som därför istället utsöndrades i urinen. Det skulle också vara intressant att analysera råproteinets kvalitet i rörflen för att ta reda på mer om vad som orsakat den höga utsöndringen av kväve. Då en sämre kvalitet på råproteinet försämrar tillgängligheten för vommikroberna.

Ett annat fodermedel som resulterade i ett lågt kväveutnyttjande var halm. Halmens smältbarhet för råprotein är satt till 0 enligt fodermedelstabellen (Spörndly, 2003). Det beror på att halmen innehåller höga halter av lignin som i sin tur tillsammans med andra svårsmälta fiberstrukturer gör näringsämnen svåråtkomliga för vommikroberna (McDonald et al., 2002).

Urea tillsattes för att öka råproteinhalten och är en mycket löslig kvävekälla (Hamilton, 2009). Det i kombination med att kolhydraterna i halmen är svårsmälta gör det svårt för mikroberna att få tag på tillräckligt med energi för att tillgodose sig det lösliga kvävet från urean. Vilket gör att kvävet istället utsöndras i urinen och vinsten med att utfodra med en löslig proteinkälla går därmed förlorad. Om dikor ska utfodras med halm behöver den kombineras med en annan inte fullt så löslig proteinkälla. Hykor har likt halmen kompletterats med urea för att kompensera för sitt negativa värde på PBV. Men till skillnad från halmen har vommikroberna hos de kor som utfodrats med hykor antagligen haft lättare att utnyttja den tillsatta urean, eftersom smältbarheten på den organiska substansen var 77 % på hykor jämfört med 60 % på halm.

Utsöndringen av purinderivat återspeglar produktionen av mikrobiellt protein i vommen och de foder som resulterade i den högsta utsöndringen var hykor i försök 1 och gräs i försök 2. Den högre utsöndringen av purinderivat tyder på att dessa foder stimulerar bildandet av mikrobprotein. Smältbarheten för dessa bägge foder var hög och det gör att vi kan se en koppling mellan fodrets smältbarhet och bildningen av purinderivat. Det leder till slutsatsen att det inte är fodrets råproteininnehåll som avgör hur effektivt korna kan utnyttja det intagna kvävet utan att det snarare beror på fodrets smältbarhet (Castillo et al., 2001).

Kväveutnyttjandet på rörflen var lågt under de båda foderförsöken och låg på endast 50 till 60 %, det vill säga hur mycket kväve utnyttjade korna till produktion. Fram tills nu har rörflens främsta användningsområde varit inom bioenergi (Ericson et al., 2009) och har därför inte anpassats till de egenskaper man eftersträvar i ett djurfoder. Men det finns indikationer på att det ur ett djurperspektiv fungerar bra som foder till fullvuxna dikor (Arnesson & Salevid., 2012). Förutom att studera proteinkvaliteten vore det önskvärt att få fram ett rörflensfoder med ett lägre proteininnehåll för att på så vis minska utsöndringen i urinen. Därefter måste eventuella fördelar räknas in som kan motivera en högre kväveutsöndring. Fördelen med rörflen är att den är tålig och kan växa i våtmarksområden och på många idag svårödlade jordar, och på så vis kan en större andel av Sveriges jordareal brukas (Palmborg, 2012). En annan fördel är att rörflensvallen har lång liggtid och behöver därför inte plöjas upp och sås om särskilt ofta (Palmborg, 2012). Vilket är positivt då plöjning inte är bra ur miljösynpunkt enligt Rockström (2009).

De olika försöksfodren har lett till olika volymer av urin. De kor som åt hykor hade den största urinvolymen i försök 1, vilket var dubbelt så mycket jämfört med de kor som åt halm. I försök 2 var det gräs som hade den högsta urinvolymen. För hykor kan den höga urinvolymen bero på att de var det foder med lägst ts-halt och tillsammans med ett högt intag får dessa kor i sig mycket vatten via fodret. Där Gonda et al. (1997) resonemang om att nötkreatur på en stor andel grovfoder får i sig mer vätska via fodret, skulle kunna överensstämma med vårt resultat. En annan anledning till att urinvolymen kan varierat är fodrets innehåll av mineralerna natrium och kalium. Då Boer et al. (2002) resonemang om att korna ökar sin vattenkonsumtion för att kunna göra sig av med överskottet av mineraler i urinen skulle kunna vara en anledning till en högre urinvolymer. Varken innehållet av mineraler eller vattenkonsumtionen är redovisat i den här studien och därför går det inte att säga med säkerhet att det skulle vara anledningen till skillnaden i urinvolymer.

Totaluppsamling i den här studien genomfördes med hjälp av urinuppsamlingssealar på 36 stycken dikor. Säkerheten på vårt resultat kan diskuteras ur flera aspekter. Till att börja med skiljer sig uppsamling med sele från uppsamling med kateter genom att selen fångar upp urinen först när kon själv väljer att urinera medan katetern fångar upp urinen allteftersom den

produceras och rinner ner i urinblåsan. Det leder till att uppsamling med sele ger en större spridning i urinvolym per dag, beroende på om kon urinerar inom eller utanför studieintervallet. Det kräver i sin tur en längre uppsamlingstid och ett större antal djur för att öka säkerheten på resultatet. I vår totaluppsamling hade vi ett relativt stort djurmateriel på 36 st herefordkor jämfört med andra studier där antalet varierat mellan sex och 24 stycken nötkreatur av mjölkras (Valadares et al. 1999; Olivera et al., 2001; Leonardi, 2003; Barbosa et al., 2006; Knowlton et al., 2010). Det höga djurantalet leder till en minskad spridning och därmed en ökad säkerhet på resultatet. Det vill säga att ett större djurmateriel väger upp en kortare uppsamlingsperiod.

I den här studien hade vi en uppsamlingstid på 48 h vilket är kortare tid jämfört med andra studier som valt sele som uppsamlingsmetod. Såväl Gonda & Lindberg (1997) och Eriksson et al. (2004) valde att genomföra sina totaluppsamlingar med sele under 72 h. Studier där totaluppsamling av urin genomförts med kateter har man använt sig av uppsamlingsperioder på en till fem dagar (Chen & Gomes, 1992; Valadare et al. 1999; Knowlton et al. 2010). Oavsett metod ökar säkerheten med fler antal uppsamlingsdagar då kreatininutsöndringen varierar något över dygnet (Gonda & Lindberg., 1994; Shingfield & offer., 1998; Eriksson et al., 2009). En längre uppsamlingsperiod leder dock till ökade kostnader och arbete vilket blir en avvägning när antalet uppsamlingsdagar ska bestämmas. I framtiden önskas en studie som jämför olika antal dygn vid totaluppsamling med sele för att säkert kunna svara på hur stor skillnad det är mellan två och tre uppsamlingsdagar. Det behövs även göras jämförelser mellan uppsamling med kateter och sele över olika långa tidsperioder. Det för att kunna bestämma hur långa uppsamlingsperioder man behöver med sele för att få en säkerhet som är jämförbar med kateter.

På grund utav att det finns en dygnsvariation i kreatininutsöndringen är det viktigt att tänka på vid vilken tid man väljer att ta ut ett stickprov. I försök 2 togs två stycken urinprover (06:00 och 13:00) ut under ett och samma dygn och sammanslogs till ett prov. Det för att få fram ett representativt prov med minskad effekten av dygnsvariationen. Eriksson et al. (2009) rekommenderar att ta ett flertal urinstickprov under ett dygn för att på så vis minska variationen och öka säkerheten. Trots att det tar mer tid att ta ut fler prov är det i jämförelse med arbetstiden vid en totaluppsamling betydligt enklare att genomföra.

Om vi istället väljer att titta på djurväl-färden tycks sele vara det bästa alternativet. Då kateter vid lång användning tycks skapa obehag som leder till en minskad djurväl-färd t.ex. om uppsamlingen ska ske över fem dygn som Chen & Gomes (1992) rekommenderar. Men samtidigt är det en ekonomisk fråga, där totaluppsamling med sele kräver en ständig tillsyn av djuren, och därmed personal 24 h om dygnet. Om det krävs ständig påpassning vid användning av kateter har inte nämnts i tidigare studier. Ett problem med selen har varit att få urinkoppen att fästa ordentligt över kons vulva för att inte riskera att urinen rinner utanför när hon urinerar. Coa (2009) rekommenderade att urinkoppen sätts fast med hjälp av klister för att få den att hålla tätt. Men Lasceno et al. (2010) hävdar att klistermetoden också skapar obehag för kon genom att klistret skada huden, och kom därför fram med en förbättrad modell av sele som enligt egen utsago ska sitta så pass tätt att det inte riskeras att urinen rinner utanför. Denna modell påminner mycket om den sele som används i den här studien, men med en vis modifikation av Eriksson et al. (2004). Selen har ingått i tidigare totaluppsamlingar av urin med Eriksson et al. (2004) där modellen på selen är anpassad för mjölkkor. Då dikor och mjölkkor ofta skiljer sig i kroppsform skulle det i framtiden vara av intresse att ta fram en sele anpassad för dikor för att ytterligare minimera risken för läckage vid urinuppsamling.

## Slutsatser

- Kreatininutsöndringen för lågdräktiga dikor var 24 mg per kg kroppsvikt.
- Daglig utsöndring av kreatinin och kreatininutsöndringen per kg kroppsvikt var högst hos de kor som utfodrades med hykorensilage.
- Ingen effekt av ras på kons kväveutnyttjande.
- Fodrets smältbarhet påverkar mängden tillgängligt kväve i fodermedlen.
- På grund utav sin höga utsöndring av kväve behöver rörflenensilagets proteinkvalité studeras ytterligare innan det används som foder till dikor.

## Referenser

- ADDCON Europe GmbH. 2014. Tillgänglig online: <http://www.addcon.com/en/home/> (2014-08-12).
- Albin, R.C., Clanton, D.C. 1966. Factors contributing to the variation in urinary creatinine and creatinine-nitrogen ratios in beef cattle. *Journal of animal science* 25, 107-112.
- Ambye-Jensen, M., Johansen, K.S., Didion, T., Ka'da'r, Z., Schmidt, J.E., Meyer, A.S. 2013. Ensiling as biological pretreatment of grass (*Festulolium Hykor*): The effect of composition, dry matter, and inocula on cellulose convertibility. *Biomass & Bioenergy* 58, 303-312.
- Andersson, A., Pedersen, T. 2010. Fröodling av rajsvingel och rörsvingel. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap 2010. SLU Alnarp.
- Arnesson, A., Salevid, P. 2011. Dikalvsproduktion på två gårdar i Västsverige. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Rapport 30.
- Arnesson, A., Salevid, P. 2012. Rörflen som foder till dikor under lågdräktighet. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Rapport 35.
- Ball, D., Collins, M., Lacefield, G., Martin, N., Mertens, D., Olson, K., Putnam, D., Undersander, D., Wolf, M. 2001. Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL.
- Barbosa, A.S., Valadares, R.F.D., Filho, S.C.V. Vêras, R.M.L., Leão, M.I., Detmann, E., Paulino, M.F., Marcondes, M.I., Souza, M.A. 2006. Effect of urinary collection days, concentrate levels and protein sources on creatinine, urea and purine derivatives excretions and microbial protein synthesis in Nellore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 870-877.
- Belotti, C. 1990. Vallboken. Speciella skrifter 40. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Biswajit, R., Brahma, B., Ghosh, S., Pankaj, B. K., Mandal, G. 2011. Evaluation of milk urea concentration as a useful indicator of dairy herd management: A review. *Asien journal of animal and veterinary advances* 6, 1-19.
- Boudra, H., Doreau, M., Noziere, P., Pujos-Guillot, E., Morgavia, D.P. 2012. Simultaneous analysis of the main markers of nitrogen status in dairy cow's urine using hydrophilic interaction chromatography and tandem mass spectrometry detection. *Journal of Chromatography A* 1256, 169-176.
- Bristow, A.W., Whitehead, D.C., Cockburn, J.E. 1992. Nitrogenous Constituents in the Urine of Cattle, Sheep and Goats. *Journal of the science of food and agriculture* 59, 387-394.
- Broderick, G. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 86, 1370-1381.
- Butler, W.R. 1998. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of dairy science* 81, 2533-2539.
- Cao, Z.J., Ma, M., Yan, X.Y., Li, S.L., Zhang, X.M. 2009. A simple urine-collecting apparatus and method for cows and heifers. *Journal of dairy science* 92, 5224-5228.
- Castillo, A., Kebreab, E., Beever, D., Barbi, J., Sutton, J., Kirby, H., France, J. 2001. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of animal science*. 79, 247-253.
- Chen, X.B., Ørskov, E., Hovell, F. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. *British Journal of Nutrition* 63, 121-129.
- Chen, X.B., Gomes, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen AB2 9SB, UK.

- Chen, X.B., Grubic, G., Ørskov, E., Osuji, P. 1992. Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma and urinary purine derivatives in steers. *Animal Production* 55, 185 – 191.
- Chen, X.B., Meija, A.T., Kyle, D.J., Ørskov, E.R. 1995. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *Journal of Agricultural Science* 125, 137-143.
- Chizzotti, M., Filho, S.Valadares, R. Chizzotti, F. Tedeschi, L. 2008. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livestock science*. 113, 218-225.
- Craig C., Sheaffer, G.C., Marten, D.L., Rabas, N.P., Miller, D.W. 1990. Reed Canarygrass. Minnesota Agricultural Experiment Station, Station Bulletin 595.
- Dahlberg, M., Jarander, A. 2008. Vinterfoder till ekologiska dikor - en dokumentation från sju Östgötagårdar. LG Husdjurstjänst.
- Dapoza, C., Castrillo, C., Balcells, J., Martín-Orúe, S., Guada, J.A., 1999. On the variation of urinary excretion of creatinine and purine derivatives in pregnant and lactating ewes given diets with different protein contents. *Journal of animal science* 68, 555–566.
- Davies, D.R., Merry, A.P., Williams, E.L., Bakewell, E.L., Leemans, D.K., Tweed, J.K.S. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *Journal of dairy science* 81, 444-543.
- De Boer, J., Smits, M., Mollenhurst, H., van Duinkerken, G., Monteny, G. 2002. Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics part 1: Relation between feed characteristics and urinary urea concentration. *Journal of Dairy Science* 85, 3382 - 3388.
- Dewhurst, R., Mitton, A., Offer, N., Thomas, C. 1996. Effects of the composition of grass silages on milk production and nitrogen utilization by dairy cows. *Animal Science* 62, 25-34.
- Dijkstra, J., Oenema, O., Van Groenigen, J.W., Spek, J.W., Van Vuuren, A.M., Bannink, A. 2013. Diet effects on urine composition of cattle and N<sub>2</sub>O emissions. *Animal* 7, 292-302.
- Dinning, J., Gallup, W., Briggs, H. 1949. Excretion of creatinine and creatine by beef steers. *Journal of biological chemistry* 177, 157-161.
- Palmborg, C., Lindvall, E. 2009. Rörflen – växtförädling, sortframställning och utsädesproduktion. Slutrapport för SLT projekt. Tillgänglig online: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/nj-fak/norrlandsk-jordbruksvetenskap%20dokument/Slutrapport%20SLF%202006-2007.pdf> (2014-05-13).
- Eriksson, T., Murphy, M., Ciszuk, P., Burstedt, E. 2004. Nitrogen Balance, Microbial Protein Production, and Milk Production in Dairy Cows Fed Fodder Beets and Potatoes, or Barley. *American Dairy Science Association* 87, 1057–1070.
- Eriksson, T., Ciszuk, P., Burstedt, E. 2009. Proportions of potatoes and fodder beets selected by dairy cows and the effects of feed choice on nitrogen metabolism. *Livestock Science* 126, 168–175.
- Eversole, D., Browne, M., Hall, J., Dietz, R. 2009. Body Condition Scoring Beef Cows. Virginia Polytechnic Institute and State University, 400-791.
- Finell, M. 1997. Rörflen som fiberråvara. Fakta teknik nr 3. Tillgänglig online: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktateknik/pdf97/T97-03.pdf> (2014-05-13).
- Forsell, H. 2011. Rörflen som strö. Tillgänglig online: <http://hsnord.hush.se/dotnet/GetAttachment.aspx?siteid=70&id=7279> (2014-09-20).
- Fram, J., Laidlaw, A. 2011. Improved grassland management. *Improved grassland management* 2, 352.

- Gonda, H.L., Lindberg, J.E. 1994. Evaluation of dietary nitrogen utilization in dairy cows based on urea concentrations in blood, urine and milk, and on urinary concentration of purine derivatives. *Acta agriculturae scandinavica section a-animal science* 44, 236-245.
- Gonda, H.L., Emanuelson, M., Murphy, M. 1996. The effect of roughage to concentrateratio in the diet on nitrogen and purine metabolism in dairy cows. *Animal Feed Science Technology* 64, 27-42.
- Gonda, H.L., Lindberg, J.E. 1997. Effect of Diet on Milk Allantoin and Its Relationship with Urinary Allantoin in Dairy Cows. *Journal of dairy science* 80, 364-373.
- Granström, K. 2014. Hushållningssällskapet Värmland. Grovfoderverktyg. Tillgänglig online: <http://www.grovfoderverktyget.se/?p=31151> (2014-07-30).
- Gustafsson, A.H., Salomonsson, M., Emanuelson, M. 2002. Vägar till mindre kväveförluster i Mjolkproduktionen. *Svensk Mjolk*.
- Hamilton, S. 2009. Urea som proteinfodermedel. Swedish dairy association. Tillgänglig online: [http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarten/Foder/Fodermedel/Ovriga/Urea-som-proteinfodermedel/#.U4iErK1\\_vmw](http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarten/Foder/Fodermedel/Ovriga/Urea-som-proteinfodermedel/#.U4iErK1_vmw) (2014-05-30).
- Heron, S.J.E., Edwards, R.A., Phillips, P. 1989. Effect of pH on the activity of ryegrass *Lolium multiflorum* proteases. *Journal of the science of food and agriculture* 46, 267-277.
- Heymsfield, S., Arteaga, C., Clifford, M., McManus, B., Smith, J., Moffitt, S. 1983. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24-hour urinary creatinine method. *The American Journal of Clinical Nutrition* 37, 478-494.
- Homer, B. 1993. Urea Supplements for Beef Cattle. Tillgänglig online: <http://extension.missouri.edu/p/G2071> (2014-05-30)
- Hobson, W. 1939. Urinary output of creatine and creatinine associated with physical exercise, and its relationship to carbohydrate metabolism. *Biochem jour* 33, 1425-1431.
- Jones, S., Starkey, D., Calkins, C., Crouse, J. 1990. Myofibrillar protein turnover in feed-restricted and realimented beef cattle. *Journal of animal science* 68, 2707-2715.
- Jordbruksverket, 2012. Nötkreaturssektorns uppbyggnad. Tillgänglig online: [http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Annan%20statistik/Statistikrapport/Statistikrapport2012\\_3/201203.\\_kommentarer.htm#BM6](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Annan%20statistik/Statistikrapport/Statistikrapport2012_3/201203._kommentarer.htm#BM6) (2014-05-10).
- Jordbruksverket, 2013. Jordbruksstatistik årsbok 2013. Sveriges officiella statistik: Kapitel 6. Husdjur.vggfg
- Kertz, A.F., Prewitt, L.R., Lane, A.G., Campbell, J.R., 1968. Effect of dietary protein intake on creatinine excretion and the creatinine–nitrogen ratio in bovine urine. *Journal of animal science* 30, 278-282.
- Knowlton, K.F., McGilliard, M.L., Zhao, Z., Hall, K.G., Mims, W., Hanigan, M.D. 2010. Effective nitrogen preservation during urine collection from Holstein heifers fed diets with high or low protein content. *Journal of dairy science* 93, 323-329.
- Krav. 2014. Krav regler 2014. Tillgänglig online: [http://www.krav.se/sites/www.krav.se/files/kravsregler2014webb\\_0.pdf](http://www.krav.se/sites/www.krav.se/files/kravsregler2014webb_0.pdf) (2014-04-11).
- Kumm, K. I. 2003. Nitrogen pollution from Swedish beef production based on suckel-cows. *Water air and soil pollution* 145, 239-252.
- Kumm, K. I. 2009. Produktionskostnad för grovfoder till köttjur. Rapport 23 från Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara.
- Kumm, K.I. 2011. Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat – skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderbaserade system. Rapport 2011:21 från Jordbruksverket.



- Larsson, K., Bengtsson, S. 1983. Bestämning av lättillgängliga kolhydrater i växtmaterial (SLL metod 22) Originally from Boehringer Mannheim, Methods of enzymatic food analysis.
- Lascano, G.J., Zanton, G.I., Heinrichs, A.J., Weiss, W.P. 2010. Technical note: A noninvasive urine collection device for female cattle: Modification of the urine cup collection method. Journal of dairy science 93, 2691–2694.
- Lascano, G., Heinrichs, A. 2011. Effects of feeding different levels of dietary fiber through the addition of corn stover on nutrient utilization of dairy heifers precision-fed high and low concentrate diets. Journal of dairy science 30, 3025-3036.
- Lengerken, J., Zimmermann, K. 1991. Handbuch Futtermittelprüfung. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1. Auflage.
- Leonardi, C., Stevenson, M., Armentano, L.E. 2008. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science 86, 4033-4042.
- Lindahl, C. 2003. Kväveeffektivitet vid uppfödning av ungdjur. Svensk mjölk. Forskning special. Tillgänglig online:  
<http://www.greppa.nu/download/18.e01569712f24e2ca0980003019/1302607546808/Kv%C3%A4veeffektiv+ungdjursuppf%C3%B6dning,+2003.pdf> (2014-06-02).
- Lindgren, E. 1979. Vallfodrets näringsvärde bestämt *in vivo* och med olika laboratoriemetoder. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden. Rapport 45, 66.
- Lindgren, E. 1983. Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, 4. Uppsala Sweden.
- Lindgren, E. 1988. Fodrets energivärde. Course paper Feed Science IINU 3. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, 49. Uppsala Sweden.
- LKS-Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2013. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung von Allantoin, Harnsäure, Hippursäure und Kreatinin mittels HPLC/UV. 2013-12-30.
- LKS-Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2011. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung der Neutral-Detergentien-Faser (NDF) und NDFom. 2011-06-27
- LKS-Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2007. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung der Säure-Detergentien-Faser (ADF) und ADFom. 2007-06-19.
- LKS-Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2006a. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung des Säure-Detergentien-Lignins (ADL) 2006-08-01.
- LKS-Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2006b. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung des Harnstoff – Gehaltes. 2006-09-18.
- Lofgreen, G. Garrett, W. 1954. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9, 10, 11th rib cut of hereford steers. Journal of animal science 13, 496-500.
- McDonald, P. 1981. The Biochemistry of silage. By Johan Wiley & Sons, Ltd. SB195. s 11, 27.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalg, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. Animal Nutrition. 6:e upplagan.
- MacPherson, H.T. 1952. Changes in nitrogen distribution in crop conservation. I. The rate and extent of protein breakdown in ensilage. Journal of the science of food and agriculture 3, 362-365.

- Manninen, M., Aronen, I., Huhta, H. 2000. Effect of feeding level and diet type on the performance of crossbred suckle cows and their calvs. *Agricultural and food science in Finland*. 9, 3.
- Manninen, M., Virkajärvi, P., Jauhiainen, L. 2005. Effect of whole-crop barley and oat silages on the performance of mature suckler cows and their progeny in outdoor winter feeding. *Animal Feed Science and Technology* 121, 222-242.
- Martinsson, K. 1983. *Utfodringsintensitet till köttkor*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 121. Uppsala.
- Martinsson, K. 1991. *Köttproduktion*. I *Nötkött*. LT:s förlag, Stockholm.
- Martinsson, K., Ericson, L. 2011. Rörsvingelhybrid - ett nytt vallgräs. *Husdjur* nr 2.
- McCarthy, F.D., Bergen, W.G., Hawkins, D.R. 1983. Muscle protein-turnover in cattle of differing genetic backgrounds as measured by urinary n-tau-methylhistidine excretion. *Journal of nutrition* 113, 2455-2463.
- McCartney, D.H., Vaage, A.S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian journal of animal science* 74, 91-96.
- Mertsen, D.R. 1994. Forage Quality, Evaluation, and Utilization - Regulation of Forage Intake. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. s, 450-493.
- Mulligan, F.T., O'Grady, L., Rice, D.A., Doherty, M.L. 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science* 96, 331-353.
- Nadeau, E. 2007. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 789-801.
- Nadeau, E., Hallin, O. & Jansson, J. 2009. Whole-crop legume/barley silages ensiled with different additives. Tillgänglig online: <http://www.agrovast.se/dotnet/GetAttachment.aspx?id=2090&siteid=87> (2014-09-21).
- Nadeau, E., Karlsson, S., Gustafsson, A., Lundgren, A., Hermansson, L. 2003. Foderstater för minskat kväveläckage. Life Ammonia, projektet om en viktig gas. Tillgänglig Online: <http://www.svenskmjolk.se/Global/Dokument/EPitr%C3%A4det/Aktuellt%20och%20Opinion/Seminarier%20och%20konferenser/DU%202003/Elisabet%20Nadeau%20%20Foderstater%20f%C3%B6r%20minskat%20kv%C3%A4vel%C3%A4ckage.pdf> (2014-06-02).
- Narayanan, S. and Appleton, H. D. 1980. Creatinine: a review. *Journal of Clinical Chemistry* 26, 1119-1126.
- Nordheim, H., Volden, H., Fystro, G., Lunnan, T. 2007. Prediction of *in sacco* degradation characteristics of neutral detergent fiber (NDF) in temperate grasses and red clover (*Trifolium pratense* R.) using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). *Animal feed science and technology* 138, 92-108.
- Norrman, E. 1977. *Nötkött: Produktion och ekonomi*. LT:s förlag, Stockholm.
- Olmos Colmenero, J., Broderick, G. 2006. Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Milk Production and Nitrogen Utilization in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89, 1704-1712.
- Olsson, R. 2008. *Mångfaldsmarker*. Naturbetesmarker – en värdefull resurs. HagmarksMISTRA/Centrum för biologisk mångfald. AlfaPrint, Solna. ISBN 978-91-89232-29-7.
- Oliveira, A.S., Valadares, R.F.D., Filho, S.C.V., Cecon, P.R., Rennó, L.N., Queiroz, A.C., Chizzotti, M.L. 2001. Microbial protein production, purine derivatives and urea excretion estimate in lactating dairy cows fed isoprotein diets with different non-protein nitrogen compounds levels. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 1621-1629.

- Ohlsson, C., Kristensen, V.F. 1998. Reducing inputs and losses of nitrogen and energy on dairy farms. Report in EU-project AIR3-CT92-0332
- Ohshima, M., McDonald, P. 1978. A Review of the Changes in Nitrogenous Compounds of Herbage During Ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 29, 497 -505.
- Palmborg, C. 2012. Carbon dioxide emissions from reed canary grass during two growing seasons after restoration of an abandoned agricultural peat soil. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 62, 238-241.
- Palmborg, C., Lindvall, E. (2011), Slutrapport till SLF för projektet Rörflen – sortframställning och utsädesproduktion. Tillgänglig online: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/nl-fak/norrlandskjordbruksvetenskap/Bioenergi/Slutrapport%20till%20SLF%20f%C3%B6r%20projektet%202008-2010%20med%20reflista.pdf> (2014-05-12).
- Pålson, T. 1973. Bestämningen av råproteinets smältbarhet i vallfoder. Stencil. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Planck, C., Rundgren, M. 2008. Hästens Näringsbehov och utfodring. Natur och kultur. LT:s förlag.
- Rockström, J., et al. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475.
- Rondahl, T. (2007). Whole-crop pea-oat silages in dairy production: effects of maturity stage and conservation strategy on fermentation, protein quality, feed intake and milk production. Doctoral thesis; Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå. ISBN 9789185913114.
- Pritchard, G. I., Folking, L.P., Pigden, W.J. 1963. The *in vitro* digestibility of whole grasses and their parts at progressive stages of maturity. *Canadian journal of plant science* 43, 79-87.
- Rustas, B. 2009. Whole-Crop Cereals for Growing Cattle - Effects of Maturity Stage and Chopping on Intake and Utilisation. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Department of Animal Environment and Health, Skara.
- Salevid, P., Kumm, I. 2012. Vägar till lönsamma och växande företag med dikobaserad nötköttsproduktion. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa- Rapport 33.
- Salomonsson, M. 2003. Definition av kväveeffektivitet. Svensk mjölk. Tillgänglig online: <http://www.vxa.se/Demo/Mjolkgarden/Foder-ej-publik/naring-halsa/Naring-halsa-och-miljo/Fosfor-och-kvave/Definition-av-kvaveeffektivitet/> (2014-06-02).
- SAS User's Guide: Statistics, version 9.3. SAS Inst, Inc, Cary, NC (2007).
- SCB, Statistiska centralbyrån. 2013. Antal nötkreatur i december 2013. Tillgänglig online: [http://www.scb.se/Statistik/JO/JO0111/2013M12/JO0111\\_2013M12\\_SM\\_JO23SM1401.pdf](http://www.scb.se/Statistik/JO/JO0111/2013M12/JO0111_2013M12_SM_JO23SM1401.pdf) (2014-09-19).
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hove, K. 2010. Physiology of Domestic Animals. 207-257. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norway.
- Slottner, D., Bertilsson, J. 2004. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal Feed Science and Technology* 127, 101–111.
- Spek, J., Bannink, A., Gort, G., Hendriks, W., Dijkstra, J. 2012. Effect of sodium chloride intake on urine volume, urinary urea excretion, and milk urea concentration in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 95, 7288–7298.
- Spörndly, R. Fodertabeller för idisslare. 2003. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 257, Uppsala.
- Shingfield, K.J., Offer, N.W. 1998. Evaluation of the spot urine sampling technique to assess urinary purine derivative excretion in lactating dairy cows. *Animal Science*, 66, 557-568.

- Shingfield K.J., Jaakkola S., Huhtanen P. 2001. Effects of level of nitrogen fertilizer application and various nitrogenous supplements on milk production and nitrogen utilization of dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science* 73, 541–554
- Shingfield, K.J., Offer, N.W. 2010. Evaluation of the spot urine sampling technique to assess urinary purine derivative excretion in lactating dairy cows. *Animal Science* 66, 557 – 568.
- Sundberg, M. 2003. Ensilering av vallfoder. Kvalitetssäkrad mjölkproduktion, Svensk Mjölk.
- Susmel, P., Spanghero, M., Stefanon, B., Mills, C.R., 1995. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. *Livestock production science* 44, 207–219.
- Sveriges officiella statistik. 2013. Jordbruksstatistik årsbok 2013. Tillgänglig online: <http://www.jordbruksverket.se/omjordbruksverket/statistik/jordbruksstatistikarsbok/jordbruksstatistikarsbok2013.4.765a35dc13f7d0bf7c43ab.html> (2014-09-01).
- Swensson, C. 2002. Ammonia release and nitrogen balances on south Swedish dairy farms 1997-1999. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Agraria* 333, 137.
- Swensson, C. 2005. Hur mycket kväve som återfinns i urinen som urea beror på kons intag av kväve (råprotein), fördelningen mellan våmstabilt och icke- stabilt protein och våmmikrobernas tillgång på energi. *Svensk mjölk forskning. Rapport 7054*.
- Tas, B., Susenbeth, A. 2007. Urinary purine derivatives excretion as an indicator of in vivo microbial N flow in cattle: A review. *Livestock science* 111, 181-192.
- Terry, R.A., Tilley, J.M.A. 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tallfescue, lucerne and sainfoin as measured by an in vitro procedure. *Journal of British Grassland Society* 19, 363-372.
- Tilley, J., Terry, R. 1964. A two-stage technique for the in vivo digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18, 104-111.
- Taurus. 2014. Fodermedel till köttdjur. Tillgänglig online: <file:///Users/emmaduvelid/Downloads/Fodermedel%20till%20k%C3%B6ttdjur.pdf> (2014-04-08).
- Vagnoni, D., Broderick, G., Clayton, M., Hatfield, R. 1997. Excretion of Purine Derivatives by Holstein Cows Abomasally Infused with Incremental Amounts of Purines. *Journal of Dairy Science* 80, 1695–1702.
- Valadares, R., Filho, S., Goncalves, L., Sampaio, I. 1997. Metodologia de coletas de urina em vacas utilizando sondas de Folley. *Revista Brasileira de Zootecnia* 26, 1279–1282.
- Valadares, R., Broderick, G., Filho, S., Clayton, M. 1999. Effect of Replacing Alfalfa Silage with High Moisture Corn on Ruminal Protein Synthesis Estimated from Excretion of Total Purine Derivatives. *Journal of Dairy Science* 81, 2686–2696.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583–3597.
- Van Vuuren, A.M., Smits, M.C.J. 1997. Effect of nitrogen and sodium chloride intake on production and composition of urine in dairy cows. In *Gaseous nitrogen emissions from grasslands* (ed. SC Jarvis and BF Pain), 195–199. CAB International, Wallingford, UK.
- Växa Sverige. 2013. Husdjursstatistik. Husdjursstatistik Svenska mjölk 2013.
- Weiss, K. 2001. Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Weiss, K., Kaiser, E. 1995. Milchsäurebestimmung in Silageextrakten mit Hilfe der HPLC. *Das wirtschaftseigene Futter* 41, 69-80.
- Whitehead, D.C. 1995. *Grassland Nitrogen*. CAB International, Wallingford, s, 397.

- Whitehead, D.C. 2000. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships, Chapter 5 Nitrogen. s, 95-125.
- Østrem L., Novoa-Garrido M., Larsen A. 2013. Festulolium – an interesting forage grass for high-latitude regions? Bioforsk - Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research. Grassland Science in Europe18, 270-272.

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- \* **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- \* **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- \* **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:  
[www.slu.se/husdjurmiljohalsa](http://www.slu.se/husdjurmiljohalsa)

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa  
Box 234  
532 23 Skara  
Tel 0511-67000  
**E-post:** [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)  
**Hemsida:**  
[www.slu.se/husdjurmiljohalsa](http://www.slu.se/husdjurmiljohalsa)

*Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal  
Science  
Department of Animal Environment and Health  
P.O.B. 234  
SE-532 23 Skara, Sweden  
Phone: +46 (0)511 67000  
**E-mail:** [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)  
**Homepage:**  
[www.slu.se/animalenvironmenthealth](http://www.slu.se/animalenvironmenthealth)*

---